

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Histórico e Uso da Madeira no Setor Automotivo

Alan Alisson de Morais Lopes

Brasília
2025

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Histórico e Uso da Madeira no Setor Automotivo

Alan Alisson De Morais Lopes

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace.

Brasília-DF,19 de novembro de 2025

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

Histórico e Uso da Madeira no Setor Automotivo

Estudante: Alan Alisson de Moraes Lopes
Matrícula: 200048724
Orientador: Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace.

Menção:_____

_____

Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace

Universidade de Brasília – UnB

Orientador (EFL)

_____

Dr. Carlos Eduardo Silveira da Silva

Serviço Florestal Brasileiro – SFB

Membro da Banca

_____

Prof. Dr. Diego Martins Stangerlin

Universidade de Brasília – UnB

Membro da Banca

Brasília-DF, 19 de novembro de 2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida, força e sabedoria concedidas em todos os momentos desta caminhada. Sem Sua presença e direção, nenhum dos meus esforços teria alcançado êxito.

Aos meus pais e familiares, pelo amor incondicional, incentivo e apoio em todas as etapas da minha formação, sendo a base que sustentou meus sonhos e motivações para chegar até aqui.

À minha namorada, pelo carinho, compreensão e companheirismo nos momentos de cansaço e incerteza, sempre me motivando a seguir com determinação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Henrique Camargo Pace, pela paciência, confiança e pela valiosa orientação ao longo deste trabalho, compartilhando conhecimentos que foram fundamentais para o desenvolvimento deste estudo.

A todos os professores do curso de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, pela dedicação e contribuição ao meu aprendizado, transmitindo não apenas conteúdo técnico, mas também valores éticos e profissionais que levarei por toda a vida.

Aos meus amigos que fizeram parte dessa jornada, pelo apoio, incentivo e pelas boas lembranças construídas ao longo do curso.

E, em especial, à Adryana, por me acompanhar todos esses anos na universidade, oferecendo amizade, e incentivo que fizeram toda a diferença nesta trajetória.

RESUMO

Desde o final do século XIX, a indústria automobilística passou por transformações intensas, os avanços tecnológicos e o aumento de demandas por desempenho, conforto e sustentabilidade. Este trabalho apresenta uma revisão da literatura sobre a evolução dos materiais utilizados na fabricação de veículos, com foco particular no uso da madeira e seus derivados, como MDF, OSB e Compensado, em veículos terrestres, motorhomes, carrocerias e reboques. Inicialmente a madeira era a principal matéria prima usada nas carrocerias e interiores dos primeiros veículos, sendo substituída por metais e plásticos devido a exigência de resistência, durabilidade e padronização industrial. No entanto, o cenário atual, marcado pela transição energética e pela valorização de recursos renováveis, tem motivado o retorno da madeira e dos painéis ao setor automotivo, além de suas propriedades técnicas, a madeira agrega valor estético, conforto e conexão ambiental, aspectos importantes em projetos de design automotivo e em espaços menores como os motorhomes. O estudo também considera o crescimento do mercado de “casa sobre rodas”, impulsionado pela mudança no estilo de vida, aumento do trabalho remoto e a busca por soluções de viagens mais autônomas. Nesse cenário, a madeira tem um papel importante na construção, nos acabamentos internos e nos móveis, proporcionando ambientes confortáveis, com bom isolamento e uma sensação de naturalidade. Assim, o retorno do uso da madeira no setor automotivo simboliza não apenas o uso de um material tradicional, mas também uma resposta atual às demandas por eficiência energética, estética moderna e sustentabilidade que estão moldando o futuro dos automóveis.

Palavras-chave: produtos engenheirados de madeira, automóveis, sustentabilidade, motorhomes

ABSTRACT

Since the late 19th century, the automotive industry has undergone intense transformations, driven by technological advancements and increased demands for performance, comfort, and sustainability. This work presents a literature review on the evolution of materials used in vehicle manufacturing, with a particular focus on the use of wood and its derivatives, such as MDF, OSB, and Plywood, in land vehicles, motorhomes, truck bodies, and trailers. Initially, wood was widely used in the bodies and interiors of early vehicles but was replaced by metals and plastics due to the need for strength, durability, and industrial standardization. However, the current scenario, marked by the energy transition and the increased value placed on renewable resources, has motivated the return of wood and panels to the automotive sector. Beyond its technical properties, wood adds aesthetic value, environmental comfort, and connection to the environment, important aspects in automotive design projects and in smaller spaces like motorhomes. The study also considers the growth of the "home on wheels" market, driven by lifestyle changes, increased remote work, and the search for more autonomous travel solutions. In this scenario, wood plays an important role in construction, interior finishes, and furniture, providing comfortable environments with good insulation and a sense of naturalness. Thus, the return of wood use in the automotive sector symbolizes not only the use of a traditional material, but also a current response to the demands for energy efficiency, modern aesthetics, and sustainability that are shaping the future of automobiles.

Keywords: engineered wood products, automobiles, sustainability, motorhomes

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO **9**
2. OBJETIVO **10**
2.1 OBJETIVO GERAL **10**
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 10
3. METODOLOGIA **10**
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES **11**
4.1 História e evolução da indústria automobilística **11**
4.2 Principais materiais empregados **12**
4.2.1 Alumínio 12
4.2.2 Plásticos de engenharia específicos — como ABS, PC e PPA 14
4.2.3 ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) 14
4.2.4 PC (Policarbonato) 15
4.2.5 PPA (Polifitalamida) 15
4.3 Uso da madeira e painéis **16**
4.3.1 MDF (Medium Density Fiberboard) 17
4.3.2 OSB (Oriented Strand Board) 18
4.3.3 Compensado 19
4.4 Propriedades físicas, mecânicas e acústicas **20**
4.4.1 Propriedades físicas da madeira 22
4.4.2 Propriedades mecânicas 23
4.4.3 Propriedades acústicas 24
4.5 Uso de Madeira em transportes terrestre **25**
4.5.1 Uso de madeira em carrocinha 25
4.5.2 Uso de madeira em engates/reboques 25
4.5.3 Uso de madeira em carrocerias 27
4.6 Motorhomes e Madeira **28**
5 CONCLUSÃO **36**
6 REFERÊNCIAS 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Benz Patent-Motorwagen(1885). 11
Figura 2 - Ford Model T(1908). 12
Figura 3 - Gráfico de conteúdo de alumínio nos veículos leves. 13
Figura 4 - Uso de madeira no painel da Porsche 911 Carrera S Cabriolet (2016). 17
Figura 5 - Painel MDF 19
Figura 6 - Painel OBS. 20
Figura 7 - Painel Compensado 21
Figura 8 - Evolução dos carros de 1880 a 2020. 21
Figura 9 - Carretinha em madeira. 27
Figura 10 - Reboque em madeira. 28
Figura 11 - Carroceria em madeira. 29
Figura 12 - Touring Landau (1910). 30
Figura 13 - Motorhome Travco de 1968. 31
Figura 14 - GMC Motorhome. 32
Figura 15 - Estrutura de madeira em Motorhome. 33
Figura 16 - Estrutura de madeira em Motorhome. 33
Figura 17 - Van adaptada para servir como Motorhome. 34
Figura 18 - Interior da Van adaptada para servir como Motorhome. 36

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Espécies mais usadas no setor automotivo. 23
Tabela 2 - espécies nativas brasileiras com potencial de uso no setor automotivo. 25

1. INTRODUÇÃO

Desde o surgimento da indústria automotiva, no final do século XIX, ela tem passado por evoluções importantes, buscando inovações, desempenho e mais eficiência. Ao longo desse processo, os materiais escolhidos foram importantes para o desenvolvimento dos carros, afetando não só a forma como são feitos e sua durabilidade, mas também aspectos estéticos e desempenho. No início, a madeira era o principal componente deste setor, com o avanço da metalurgia e da produção em massa, o aço e o alumínio assumiram protagonismo, garantindo maior resistência e segurança. Posteriormente, a introdução dos polímeros e plásticos de engenharia, como acrilonitrila butadieno estireno (ABS), policarbonato (PC) e polifitalamida (PPA), permitiu a fabricação de componentes mais leves, maleáveis e resistentes à corrosão, abrindo novas possibilidades de design e eficiência energética.

Contudo, com a mudança para fontes de energia mais limpas e a preocupação ambiental, a busca por alternativas sustentáveis, leves e de baixo impacto ambiental, faz com que a madeira e seus derivados, como MDF (Medium Density Fiberboard), OSB (Oriented Strand Board) e compensados, voltem a ser considerados uma alternativa na indústria automotiva. Esses materiais são resistentes, com bom desempenho acústico e térmico, além da versatilidade no design, o que os torna boas opções para uma economia que busca reaproveitar materiais e para um futuro com carros mais ecológicos e design elegante.

Nesse mesmo contexto, o crescimento significativo do mercado de motorhomes está a estabelecer novos limites para utilização da madeira. Estes veículos, que combinam funções de transporte e habitação, exigem soluções construtivas que aliam resistência, design, conforto e funcionalidade. A madeira satisfaz estes quesitos, oferecendo isolamento térmico e acústico, estética e sustentabilidade, atributos que se alinham com as tendências atuais.

Com isso, este Trabalho de Conclusão de Curso, através de revisão bibliográfica, teve o objetivo de revisar a utilização prática de produtos florestais em indústrias do setor automotivo. A seleção do tema demonstra um desejo de entender de que forma materiais provenientes da madeira, em conjunto com a tecnologia e inovação, podem favorecer um modelo de desenvolvimento mais sustentável. Portanto, a investigação visa não somente avaliar dados e referências, mas também apresentar uma reflexão sobre a função da Engenharia Florestal na criação de

soluções que integrem qualidade técnica, estética e responsabilidade ambiental dentro do cenário da mobilidade contemporânea.

2. OBJETIVO

2.1 **OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste trabalho foi analisar, através de uma revisão bibliográfica, a evolução dos materiais utilizados na indústria de automóveis, com foco na aplicação da madeira e seus derivados, destacando suas propriedades, funções e potencial de uso em veículos modernos e motorhomes.

2.2 **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Investigar o contexto histórico da evolução de materiais usados na fabricação de automóveis;
- Identificar as principais propriedades da madeira, que justificam sua utilização no setor automotivo;
- Avaliar a aplicação de painéis derivados da madeira, como MDF, OSB e Compensados em componentes internos, estruturais e de design veicular;
- Analisar o uso da madeira na construção e acabamento de motorhomes, relacionando a sua utilização com o crescimento do mercado de veículos recreativos.

3. METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho, adotou-se uma metodologia fundamentada na coleta de informações disponibilizadas na literatura, realizada por meio de uma pesquisa descritiva. Nesse processo, foram consultados, preferencialmente, artigos científicos, além de revistas especializadas, livros e produções acadêmicas.

Destaca-se que a revisão de literatura corresponde à busca, análise e exposição de um conjunto de conhecimentos com o objetivo de responder a uma questão específica.

Dentro desse conceito, a pesquisa descritiva tem como propósito examinar e caracterizar objetos ou sujeitos em um contexto ou ambiente determinado, sem que haja interferência do pesquisador. Trata-se de um procedimento sistemático e previamente organizado, que utiliza técnicas específicas de coleta de dados, como entrevistas, questionários, formulários, enquetes e observação sistemática. Assim, esta pesquisa priorizou a obtenção de informações sobre o tema em referências bibliográficas nacionais e internacionais publicadas nos últimos dez anos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 História e evolução da indústria automobilística

Conforme Giucci (2004), o carro, como o conhecemos atualmente, com motor de combustão interna, nasceu na Europa do último quarto do século XIX. Nesse período, ocorreu uma profunda transformação na indústria automobilística, impulsionada por mudanças tecnológicas, econômicas e ambientais significativas. O primeiro carro movido a combustão interna foi projetado por Karl Benz em 1885, marcando o início de uma nova era na mobilidade individual (Figura 1). Anos depois, em 1908, esse veículo ganhou terrenos industriais e abrangência massiva quando o Ford Model T (Figura 2), revolucionou o setor ao introduzir a produção em massa por meio da linha de montagem, tornando o automóvel mais acessível e impulsionando o crescimento global da indústria. O carro, assim, tornou-se símbolo do progresso, estimulando a reorganização do tecido social (Giucci, 2004).

Figura 1 - Benz Patent-Motorwagen(1885).



Fonte: Brian Rozar Courtesy of RM Sotheby's (2019).

Figura 2 - Ford Model T(1908).



Fonte: Marco de Bari/Quatro Rodas (2021).

No início do século XX, os materiais empregados na construção dos automóveis correspondiam, em grande medida, aos recursos disponíveis naquele período histórico. As carrocerias dos automóveis eram feitas quase inteiramente de madeira, refletindo a herança das antigas carruagens puxadas por cavalos (LIVESEY; ROBINSON, 2008). O uso expressivo da madeira justificava-se por sua ampla disponibilidade e pela facilidade de manipulação; entretanto, esse material foi gradualmente substituído por outros de maior resistência e durabilidade como visto na atualidade.

Os avanços tecnológicos ocorridos no século XIX, especialmente com o desenvolvimento do processo Bessemer, representaram um marco na produção de

metais e aços, permitindo maior eficiência e qualidade na fabricação desses materiais. Segundo Souza et al. (2021) posteriormente, entre 1886 e 1889, a introdução dos métodos Hall-Héroult e Bayer proporcionaram significativos progressos na obtenção e aplicação do alumínio, o que contribuiu para o aprimoramento estrutural e o desempenho dos veículos automotores.

Com o desenvolvimento da indústria automobilística ao longo do século XX, o aço se consolidou como o principal material utilizado na fabricação de carrocerias, chassis e componentes estruturais, em virtude de sua elevada resistência mecânica e, sobretudo, do custo relativamente baixo. Estima-se que um automóvel contenha, em média, cerca de 900 kg de aço. Na década de 1970, o desenvolvimento dos aços de alta resistência possibilitou significativa redução da massa dos veículos, sem comprometer sua segurança estrutural (TRZEPIECIŃSKI; NAJM, 2024).

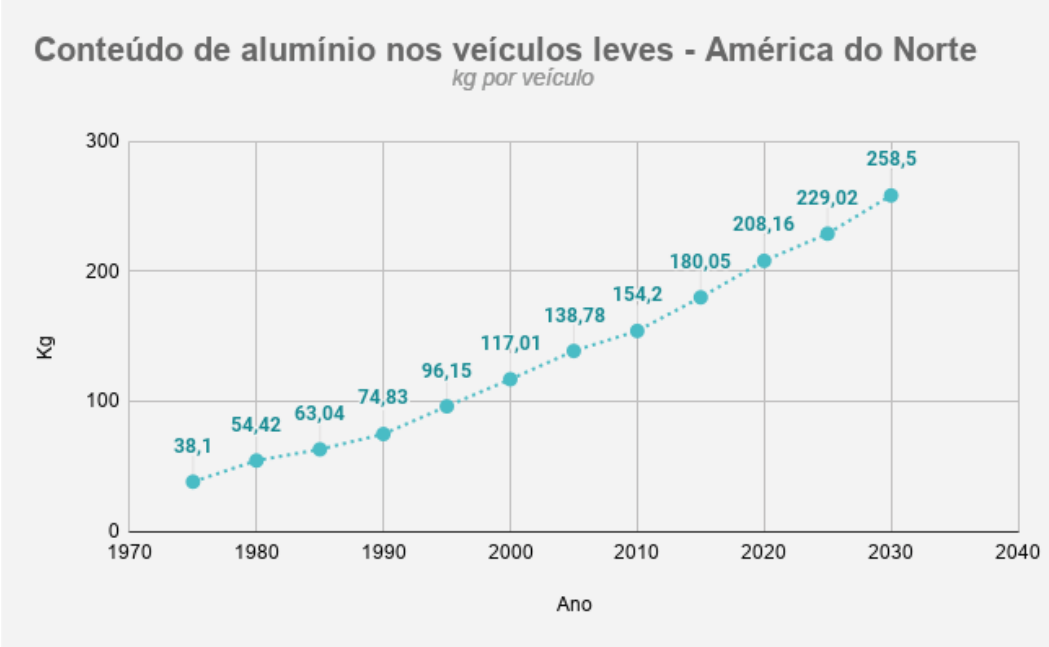
4.2 Principais materiais empregados

4.2.1 Alumínio

A partir da década de 1990, intensificou-se a busca por maior eficiência energética e pela redução das emissões de CO_2, fatores que estimularam a introdução de novos materiais, especialmente o alumínio. O mesmo apresenta uma excelente relação peso/resistência, contribuindo para a diminuição do consumo de combustível e, consequentemente, para a mitigação dos impactos ambientais associados ao transporte automotivo (POLMEAR, 2006).

Segundo a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), o alumínio ocupa posição de destaque na indústria automobilística em razão de sua excelente relação entre resistência e peso, correspondendo a aproximadamente um terço da densidade do aço (Figura 3). Essa característica permite significativa redução da massa veicular sem comprometer a segurança estrutural.

Figura 3 - Gráfico de conteúdo de alumínio nos veículos leves.



Fonte: REVISTA ALUMÍNIO, 2020

De acordo com a Associação Brasileira do Alumínio (ABAL), a substituição do aço pelo alumínio pode resultar em até 50% de economia de peso, o que pode aumentar a eficiência do consumo de combustível em até 29%, como observado no caso da Ford F-150 (1975), cujo chassi e carroceria utilizam extensivamente esse material. Além disso, o alumínio apresenta elevada resistência à corrosão e excelente condutividade térmica, propriedades que ampliam sua aplicabilidade tanto em componentes estruturais quanto em sistemas de dissipação de calor (ASM INTERNATIONAL, 1993).

Paralelamente, observa-se o crescente interesse da indústria automotiva por materiais poliméricos, que vêm se consolidando como alternativas eficazes na busca por eficiência energética e sustentabilidade ambiental. Segundo Purohit et al. (2017), os polímeros contribuem para a redução de peso dos veículos, favorecendo o desempenho e a economia de combustível. A introdução dos plásticos no setor automotivo representou um avanço significativo, proporcionando versatilidade de design, baixo custo, resistência à corrosão e leveza estrutural.

De acordo com Kennedy (2025), a indústria automobilística contemporânea tem ampliado o uso de plásticos sustentáveis como estratégia para reduzir o impacto ambiental e diminuir o peso total dos veículos. O estudo do autor destaca o aumento

da utilização de polímeros recicláveis, bioplásticos e compósitos sustentáveis na fabricação de automóveis, aplicados em revestimentos internos, estofamentos e até pneus, evidenciando o compromisso crescente do setor com a sustentabilidade.

Nos últimos anos, também se observa a incorporação de termoplásticos de alto desempenho, como o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), o Policarbonato (PC) e a Polifitalamida (PPA). Esses materiais destacam-se por sua elevada rigidez, excelente resistência mecânica e alta estabilidade térmica, características que os tornam ideais para aplicações estruturais e funcionais em veículos modernos (MANO; MENDES, 2001; HANSER, 2016). No caso do ABS, sua boa rigidez, resistência ao impacto e elevada estabilidade dimensional justificam seu emprego em painéis, carcaças e componentes internos de veículos (MANO; MENDES, 2001; HANSER, 2016). No caso específico do PC, estudos apontam sua alta resistência ao impacto e estabilidade térmica, características que favorecem seu uso em peças estruturais e funcionais (ENGINEERING THERMOPLASTICS, 2018). Já a PPA apresenta combinação de elevada rigidez, resistência mecânica e notável estabilidade térmica, permitindo sua aplicação em ambientes automotivos de altas demandas, como compartimentos do motor (BASF, 2020; SPRINGER, 2019).

4.2.2 Plásticos de engenharia específicos (ABS, PC e PPA)

Termoplásticos como Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), policarbonato (PC) e polifitalamida (PPA) são amplamente empregados por suas propriedades otimizadas. O ABS se destaca por boa rigidez, tenacidade, resistência ao impacto e estabilidade térmica, sendo ideal para painéis e acabamentos moldados (HARPER; PETRIE, 2012). Já o policarbonato oferece alta resistência a impactos e transparência, sendo geralmente utilizado em diversos componentes automotivos, como para-brisas, janelas, faróis e luzes traseiras, embora em alguns casos possa requerer revestimentos adicionais para resistir a arranhões (PROCOLOR MASTER, 2025). Por fim, a PPA é uma poliamida de alto desempenho com elevada resistência térmica e química, estável em altas temperaturas, apropriada para componentes como tubulações de combustível, conectores elétricos e carcaças de motores, sendo reciclável via remontagem ou despolimerização (BASF, 2020).

4.2.3 Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)

O ABS (*acrylonitrile-butadiene-styrene*) é produzido a partir de monômeros acrilonitrila, butadieno e estireno, adquirido via processos petroquímicos e polimerizado em sistemas de copolímeros (VERBEETEN et al., 2025). Segundo Golubovíc et al. (2023), as indústrias são alimentadas de ABS no formato de pellets ou grânulos como moldagem por injeção, extrusão e fabricação aditiva. Teixeira (2015) afirma que ao fim da sua vida útil, a maioria dos produtos de ABS são descartados como resíduos eletrônicos, apesar da existência de estudos como o de Vidakis et al. (2020), que mostram que o ABS pode ser reciclado de forma mecânica em até seis ciclos sem perdas drásticas nas propriedades mecânicas.

4.2.4 Policarbonato (PC)

Segundo Kim (2020), o policarbonato (PC) é sintetizado por meio de reação de policondensação entre bisfenol e dióxido de carbono ou por transesterificação com carbonato de fenila, resultando em cadeias com grupos de carbonato intercalados entre unidades aromáticas. Após a síntese, o PC é transformado e passado a indústrias em pellet ou grânulo, e os transformadores moldam as peças por injeção, extrusão e termoformagem, gerando os produtos de uso de engenharia (LEE et al., 2025). No fim do seu ciclo útil, existem alternativas de reciclagem mecânica e química, onde por reciclagem química o PC pode ser convertido em bisfenol e outros intermediários úteis para nova síntese, mantendo um ciclo monômero-polímero (Kim, 2020).

4.2.5 PPA (Polifitalamida)

O PPA é uma poliamida semi-aromática obtido por policondensação de uma combinação de ácidos aromáticos, geralmente (ácido tereftálico ou isoftálico) com diaminas, por exemplo (*hexametilendiamina*), (GONZÁLEZ DE GORTARI et al., 2022). Essa combinação faz com que a PPA tenha elevada estabilidade térmica, rigidez e resistência química, e uma menor absorção de umidade, o que melhora a estabilidade dimensional (GONZÁLEZ DE GORTARI et al., 2022). A mesma é distribuída na indústria em grânulos e é transformada por injeção em componentes de engenharia, por exemplo, conectores de sistemas automotivos, peças de condução de fluidos e outras peças que são sujeitas às temperaturas elevadas (BASF, portfólio *Ultramid Advanced* PPA). No fim de sua vida útil, pesquisas têm

explorado rotas de reciclagem combinada a poliamidas com PPA, devido a sua resistência à altas temperaturas e sua estabilidade química (*Recycling of Polyamides*, 2025)

Materiais como o Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e o Policarbonato (PC) e a Polifitalamida (PPA) tornaram-se amplamente utilizados por oferecerem boa resistência ao impacto, estabilidade térmica e excelente qualidade superficial, sendo utilizado em painéis, para-choques e componentes internos (TRINSEO, 2020). A entrada desses polímeros não eliminou o papel estético e funcional da madeira, mas abriu um grande espaço para combinação entre esses, resultando em painéis híbridos e compósitos madeira-plástico (WPC), com a finalidade de unir leveza, conforto, design e luxo, com uma maior durabilidade e desempenho mecânico (HOLBERY& HOUSTON, 2006; OAKIO, 2024).

4.3 Uso da madeira e painéis

Durante a preparação dos primeiros automóveis, no final do século XIX, a madeira desempenhou papel fundamental tanto na construção estrutural quanto na estética dos veículos. Desde a apresentação dos primeiros carros por Karl Benz, grande parte das carrocerias era inspirada nas carruagens, sendo, portanto, confeccionada em madeira (GARCIA, 2014).

No início do século XX, fabricantes de renome, como Ford e Rolls-Royce, utilizavam madeira sólida e laminada na estrutura de painéis, interiores e, em alguns casos, até nos chassis (BASSET, 2001). Contudo, a partir da década de 1930, com os avanços significativos na produção de aço e polímeros, a madeira começou a ser gradualmente substituída, permanecendo apenas em acabamentos de luxo, geralmente aplicados nos painéis internos dos veículos (GEELS, 2005) (Figura 4).

Figura 4 - Uso de madeira no painel da Porsche 911 Carrera S *Cabriolet* (2016).



Fonte: Auto Esporte (2016).

Desde o início do século XX, os painéis derivados da madeira têm ganhado um amplo espaço na construção de veículos terrestres, ônibus, caminhões, automóveis, reboques, motorhomes e veículos ferroviários, sendo amplamente empregados nas carrocerias e revestimentos internos devido à disponibilidade do material e à facilidade de conformação (ROWELL, 2005).

Outro fator que pode ser apontado como motor desse impulsionamento do uso da madeira foi o período das Guerras Mundiais, em que a fabricação de aço era destinada a outros setores e tanto a madeira maciça quanto os painéis se tornaram materiais mais facilmente utilizados, devido à abundância da matéria-prima e à sua versatilidade que acabou mantendo-a no mercado.

Na contemporaneidade, o uso da madeira maciça foi em grande parte substituído; entretanto, painéis como compensado, OSB (*Oriented Strand Board*) e MDF (*Medium Density Fiberboard*), ainda são empregados graças às suas propriedades, que incluem leveza, resistência mecânica e isolamento acústico. Esses painéis são materiais adequados para usos internos no veículo onde o design é exaltado e suas usabilidade também, podendo ser utilizados, como pisos, painéis internos e forros, sendo assim mais uma alternativa tecnológica muito relevante a ser estudada na indústria de transporte (CREMONINI; NEGRO; ZANUTTINI, 2015).

4.3.1 MDF (*Medium Density Fiberboard*)

O MDF é um painel produzido a partir de fibras de madeira, aglutinadas por resinas sintéticas e consolidadas por ação de calor e pressão, transformando a matéria-prima florestal em um produto industrializado e pronto para uso (FREIRE et al., 2015) (Figura 5). A indústria brasileira de painéis reconstituídos apresentou expressivo crescimento a partir da década de 1990, impulsionada pela modernização tecnológica e pelo aumento da demanda interna (ABIMCI, 2021).

A consolidação do MDF no país ganhou força especialmente após a instalação da primeira fábrica nacional em 1997, em São Paulo, marco que impulsionou a adoção de tecnologias mais avançadas e elevou o padrão de qualidade dos painéis produzidos. Devido aos avanços tecnológicos, como a adoção da prensa contínua, a indústria brasileira precisou elevar a qualidade de seus painéis, gerando produtos com melhor acabamento e maior resistência (Revista Opiniões, 2012).

Figura 5 - Painel MDF



Fonte: Allmad Loja (2025).

4.3.2 OSB (*Oriented Strand Board*)

O OSB é um painel de madeira reconstituído em cepilhos ou lascas que são orientadas em camadas cruzadas, impregnadas com resina e consolidadas por ação de calor e pressão (Figura 6). O painel de OSB é formado através de lascas dispostas em três camadas, no sentido paralelo e perpendicular (SANTOS et al., 2018).

O processo industrial começa a partir da seleção e descascamento de toras, que são transformadas em lascas, secas, orientadas e unidas por resinas a base de

poliuretano e fenol-formaldeído, resultando em chapas de alta resistência mecânica e estabilidade dimensional. De acordo com Ferro et al. (2015), os painéis OSB são uma alternativa sustentável e tecnológica aos compensados convencionais, com excelente desempenho estrutural e eficiência no aproveitamento da madeira de reflorestamento.

Figura 6 - Painel OBS.



Fonte: 4ED (2019).

4.3.3 Compensado

O compensado, que nos artigos internacionais e conhecido como *Plywood*, é um painel formado pela colagem de lâminas finas de madeira geralmente de espécies de reflorestamento, por exemplo, *Pinus sp.* ou *Eucalyptus sp.* assim como MDF e OBS, unidas por um adesivo sintético sob calor e pressão (Figura 7). Segundo Iwakiri (2005), os painéis compensados são produzidos pela colagem de lâminas de madeira em número ímpar, com as fibras adjacentes dispostas perpendicularmente, o que garante melhor resistência mecânica e estabilidade dimensional e contra empenamento além da uniformidade estrutural.

O processo se inicia com o desdobramento e torneamento das toras, seguido pela secagem e colagem das lâminas com resina fenol-formaldeído ou ureia-formaldeído, prensagem e acabamento. De acordo com Nascimento et al. (2018), o uso de madeiras de reflorestamento na produção de compensados tem permitido a expansão da indústria brasileira, associando a sustentabilidade à competitividade internacional.

O produto final é distribuído de forma diversificada para setores como móveis, embalagens, construção civil e mais recentes, componentes de design automotivo.

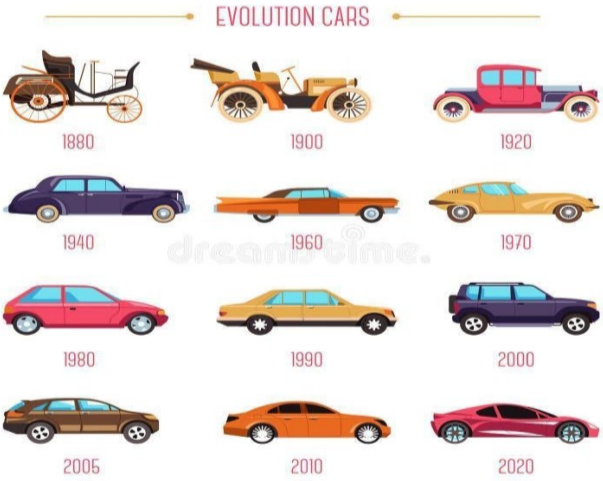
Figura 7 - Painel Compensado



Fonte: PTK Wood (2020).

Na atualidade, o setor automotivo tem passado por uma profunda transformação, impulsionada principalmente pelo aumento da demanda por veículos híbridos e elétricos, motivada pelas crescentes preocupações com as mudanças climáticas e os gases responsáveis pelo efeito estufa (Figura). Segundo Nuccitelli (2025), apesar de uma desaceleração nas vendas de veículos elétricos nos Estados Unidos e na Europa, o mercado global continua em expansão, com destaque para a China, que segue liderando as vendas desses automóveis. Em 2024, foram comercializados mais de 17 milhões de veículos eletrificados (híbridos e elétricos), representando aproximadamente 20% das vendas totais de veículos no mundo, sendo cerca de 11 milhões deste total vendidos na China (IEA, 2025).

Figura 8 - Evolução dos carros de 1880 a 2020.



Fonte: Sonulkaster (2020).

A inclusão de painéis e compósitos à base de madeira na indústria automotiva tem recebido destaque pelo crescimento de veículos elétricos e sustentáveis. Segundo o estudo de KRASSNITZER et al. (2025) ressalta-se que materiais lignocelulósicos podem substituir componentes metálicos em partes estruturais e internos, reduzindo muito o peso dos automóveis e contribuindo para eficiência energética e a redução de emissões. Painéis de madeira e compósitos madeira-polímero, demonstram propriedades adequadas para aplicação em painéis de acabamento e compartimentos internos de automóveis elétricos, trazendo valor estético e ambiental aos projetos além de atender as propriedades exigidas pela peça (SINGH et al., 2025).

4.4 Propriedades físicas, mecânicas e acústicas

Segundo SCHMIDT et al. (2025) a capacidade da madeira para aplicações automotivas está ligada diretamente às suas propriedades físico-mecânicas, acústicas e estéticas, como por exemplo, leveza, capacidade de conformação, estabilidade dimensional e aparência natural, o que permite a sua admissão tanto em interiores quanto em componentes estruturais.

O uso de madeiras nobres no setor automotivo se justifica tanto em suas qualidades físicas quanto em seu valor estético e funcional. ZERBST et al. (2020) em seu estudo, perceberam que a espécie *Fraxinus ssp* (freixo) demonstrou capacidade de conformação como folheado com respaldo têxtil para peças moldadas de acabamento automotivo, a mesma foi analisada a partir da deformação em estresse biaxial e uniaxial para prever a formabilidade. Segundo o estudo feito por Park (2018),

a *Betula spp.* (bétula) foi investigada sobre folheados naturais usados em interiores de veículos, onde esse estudo avaliou a degradação de cor sob exposição ultravioleta para garantir durabilidade estética (PARK et al., 2018). De acordo com o estudo feito por DIETZEL et al. (2016) a *Juglans spp.* (nogueira) conhecida como nogueira, foi submetida a testes de propriedades elásticas para folheados decorativos, o resultado foi que as lâminas de nogueira precisam de tratamento e adaptação para uso em componentes automotivos de alto padrão.

Na Tabela 1 pode-se observar algumas das espécies mais usadas nesse setor. E na Tabela 2 observa-se algumas espécies nativas brasileiras com potencial de uso no setor automotivo.

Tabela 1 **-** Espécies mais usadas no setor automotivo.

Espécie	Nome científico	Exemplo	Observações no uso automotivo
Nogueira	*Juglans nigra L.*		Utilizada em veículos de luxo, como Bentley e Rolls-Royce, em painéis e consoles devido ao aspecto nobre e acabamento refinado (MOTOR TREND, 2023; WOOD DATABASE, 2024).
Carvalho	*Quercus spp.*		Amplamente usada em veículos europeus de alto padrão, apreciada por sua durabilidade e estética clássica (GUIDE AUTOWEB, 2023; EXOTIC WOOD ZONE, 2025;).

Mogno	*Swietenia macrophylla* King		Tradicionalmente empregado em painéis e acabamentos internos de veículos de luxo, pela coloração avermelhada e aparência premium (GUIDE AUTOWEB, 2023; VENEER SUPPLIES, 2024).
Faia / Bordo (Maple)	*Acer spp.*		Utilizada em interiores modernos de automóveis, proporcionando aspecto claro e minimalista (EXOTIC WOOD ZONE, 2025).
Freixo	*Fraxinus spp.*		Aplicada em veículos clássicos “woodie” e em acabamentos internos contemporâneos devido à sua elasticidade e visual natural (RONG, 2016).

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 2 - espécies nativas brasileiras com potencial de uso no setor automotivo.

Espécie (Nome comum)	Nome científico	Exemplo	Potenciais aplicações automotivas
Cumaru	*Dipteryx odorata*		Peças pequenas de alta resistência, superfícies de desgaste, detalhes internos
Jequitibá	*Cariniana legalis*		Painéis decorativos, acabamentos internos, revestimentos, frisos
Itaúba	*Mezilaurus itauba*		Estruturas internas de motorhomes, partes úmidas (cozinhas e boxes)
Cedro	*Cedrela fissilis*		Volantes, frisos, painéis de luxo, detalhes clássicos
Paricá	*Schizolobium amazonicum*		Painéis moldados, mobiliário leve e componentes internos

Fonte: Autoria própria (2025).

4.4.1 Propriedades físicas da madeira

As propriedades físicas da madeira estão diretamente relacionadas à sua composição, estrutura interna e à interação com fatores ambientais. Entre as características mais relevantes destacam-se densidade, umidade, retratibilidade e porosidade. A densidade é particularmente importante, pois influencia diretamente o peso, a durabilidade e a resistência mecânica do material (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010). Além disso, a variação de umidade afeta dimensionalmente a madeira, podendo provocar retrações e dilatações, que dependem da organização dos elementos anatômicos e da quantidade de água presente em suas células (IWAKIRI, 2005; TRUGILHO, 2013). A porosidade, por sua vez, também exerce papel fundamental, influenciando características como permeabilidade, capacidade de impregnação e comportamento frente a agentes de deterioração (BODIG; JAYNE, 1993). A umidade, por sua vez, interfere tanto na estabilidade dimensional quanto no desempenho estrutural e na qualidade do acabamento. A retratibilidade varia conforme as direções radial, tangencial e longitudinal, refletindo o caráter anisotrópico da madeira (BODIG; JAYNE, 1993; PANSERA; CALIL JÚNIOR, 2020).

Essas propriedades físicas tornam a madeira um material estratégico na redução de peso e na sustentabilidade de veículos. Estudos de avaliação prospectiva indicam que a utilização de componentes à base de madeira pode contribuir para a diminuição dos impactos ambientais gerados por automóveis, devido à redução da massa dos componentes e ao uso de matéria-prima renovável, fatores que influenciam positivamente a eficiência energética e a menor emissão de poluentes (MAIR-BAUERNFEIND et al., 2020).

4.4.2 Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas da madeira estão relacionadas ao seu comportamento quando submetida a esforços como compressão, tração, flexão, cisalhamento e torção. Entre as características mais importantes destacam-se a resistência à compressão paralela e perpendicular às fibras, a resistência à tração e o módulo de elasticidade. Esses parâmetros dependem diretamente da densidade, da orientação das fibras, da idade da árvore e das condições de crescimento

(KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; BODIG; JAYNE, 1993; FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010). De maneira geral, madeiras de maior densidade apresentam maior resistência mecânica e rigidez, tornando-se mais adequadas para aplicações estruturais (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; GREEN et al., 1999).

Segundo Kohl et al. (2016), a madeira pode ser utilizada como material técnico em componentes estruturais de veículos, oferecendo soluções leves e sustentáveis. Estudos recentes indicam que a bétula (*Betula pendula*) apresenta elevada rigidez específica e boa capacidade de absorção de energia por impacto ao longo de uma ampla faixa de temperaturas, características que a tornam promissora para elementos estruturais e peças absorvedoras de choque em veículos automotores (BAUMANN et al., 2020; BAUMANN et al., 2021). De acordo com o Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) o uso de madeira em estruturas de veículos exige conhecimento detalhado do material, além de expertise em engenharia estrutural. Para Käse et al. (2019), os sistemas multi-materiais à base de madeira de faia, combinados com materiais compósitos, podem melhorar o desempenho mecânico das estruturas de veículos e trazer benefícios ecológicos.

4.4.3 Propriedades acústicas

As propriedades acústicas da madeira também desempenham papel importante, especialmente em aplicações relacionadas à transmissão ou absorção do som, como na fabricação de instrumentos musicais, painéis acústicos e ambientes que exigem controle sonoro. Esses comportamentos estão diretamente associados à densidade, módulo de elasticidade, amortecimento interno e orientação das fibras, fatores que influenciam a propagação das ondas sonoras no material (WEGST, 2006; SMARDZEWSKI et al., 2015). O desempenho acústico está associado à densidade, módulo de elasticidade e à estrutura anatômica da madeira, influenciando a velocidade de propagação e a dissipação sonora (MANIA; FLACH; PILARSKA, 2023). A acústica é, portanto, resultado da interação entre propriedades físicas e mecânicas (WEGST, 2006; SMARDZEWSKI et al., 2015).

Na indústria automotiva, a madeira e seus derivados têm sido estudados como elementos funcionais no sistema de controle sonoro das cabines, atuando como painéis estruturais com propriedades de absorção acústica. Segundo o estudo *de* Nick, Becker e Thoma (2016), painéis baseados em recursos renováveis, incluindo fibras de madeira, demonstraram comportamento acústico aprimorado em faixas

médias de frequência (aproximadamente entre 1.200 e 4.000 Hz), reduzindo significativamente os ruídos percebidos pelos ocupantes. Esses resultados evidenciam que o uso de materiais de origem lenhosa pode auxiliar no controle do ruído interno de veículos sem comprometer outros requisitos técnicos do automóvel.

De acordo com Smardzewski et al. (2014), a madeira apresenta propriedades acústicas favoráveis ao controle de ruído, sendo um material naturalmente eficiente na absorção e dissipação de ondas sonoras. Os autores observaram que espécies de menor densidade apresentaram maiores índices de absorção sonora, em virtude de sua estrutura celular porosa, que favorece a atenuação das vibrações acústicas (SMARDZEWSKI; BATKO; KAMIŚIŃSKI, 2014).

Essa característica é especialmente relevante para a aplicação da madeira em veículos terrestres, nos quais o conforto acústico interno, aliado à redução de ruídos e vibrações, desempenha papel essencial no desempenho e na percepção de qualidade do ambiente interno.

4.5 Uso de Madeira em transportes terrestres

4.5.1 Uso de madeira em carrocinha

Conforme o estudo realizado por Cremonini et al. (2015), o uso de painéis e estrutura a base de madeira em transporte, como carrocinha de reboque, está relacionado às suas propriedades como leveza e boa resistência mecânica (Figura 9). O uso de painéis em madeira nessas estruturas, melhora não apenas a relação de leveza, bem como a eficiência energética e a manobrabilidade além de manter um desempenho estrutural adequado, ressaltando a necessidade de tratamentos contra umidade, fungos e fixações adequadas do material (CREMONINI; NEGRO; ZANUTTINI, 2015).

De acordo com Chorney et al. (2009), a pesquisa demonstra que pisos de madeira diminuem significativamente a energia incorporada e as emissões de carbono em comparação com pisos de aço, alumínio ou plásticos. Isso torna essa opção importante para as carrocinhas, pois o peso vazio afeta diretamente a carga útil e o consumo de combustível. No entanto, a durabilidade em serviço e o desempenho em relação à umidade e desgaste requerem especificações técnicas apropriadas (LU; CHORNEY; PETERSON, 2009).

Figura 9 - Carretinha em madeira.



Fonte: Lucar Reboques (2025).

4.5.2 Uso de madeira em engates/reboques

O estudo realizado por Cremonini et al. (2016) abordam o desempenho estrutural da madeira e dos compósitos à base de madeira quando aplicados em estruturas submetidas a cargas dinâmicas, como, por exemplo, engates e reboques (Figura 10). Nessas condições, é essencial avaliar não apenas a resistência estática, mas também o comportamento à fadiga, à tração e o cisalhamento, uma vez que esses elementos estão sujeitos a esforços cíclicos e contínuos durante o uso (CREMONINI et al., 2016). O citado estudo reforça a importância de uma caracterização técnica rigorosa para garantir a segurança e a durabilidade dos sistemas que utilizam madeira ou compósitos lignocelulósicos em aplicações automotivas e de transporte.

Figura 10 - Reboque em madeira.



Fonte: BRDG Reboques (2025).

A avaliação estrutural de sistemas de engate configura-se como uma ferramenta essencial para compreender o desempenho mecânico das ligações submetidas a esforços de tração e flexão, especialmente quando a madeira é considerada como material alternativo nas peças do chassi ou nas bases de acoplamento.

Segundo o estudo de Decker et al. (2023), a área do nó de engate do eixo de semirreboques apresenta zonas de concentração de tensão crítica, aspecto determinante para a durabilidade e segurança do sistema. Por meio de simulações numéricas e ensaios experimentais, os autores observaram que pequenas variações no módulo de elasticidade e na rigidez influenciam significativamente não apenas a distribuição do tensor de tensões, mas também a vida útil e o comportamento à fadiga estrutural (DECKER et al., 2023).

Dessa forma, o estudo evidencia que apenas materiais com elevada resistência à flexão e ao cisalhamento podem ser considerados para tais aplicações, incluindo madeiras densas ou engenheiradas, como o laminado colado e os compósitos lignocelulósicos. Tais materiais se mostram tecnicamente viáveis para o uso em componentes de reboque e estruturas próximas ao ponto de engate, desde que as condições de rigidez e segurança estrutural sejam devidamente atendidas (DECKER et al., 2023).

4.5.3 Uso de madeira em carrocerias

Estudos recentes, como o de Heise et al. (2025), destacam que a madeira e seus compósitos apresentam elevado potencial para reduzir tanto a emissão de carbono quanto o peso das carrocerias automotivas. Apesar disso, ainda existem desafios técnicos relevantes, especialmente relacionados à durabilidade do material, à compatibilidade com processos industriais voltados ao metal e ao seu comportamento frente a impactos. Mesmo com essas limitações, os resultados indicam que a madeira permanece como uma alternativa promissora, desde que acompanhada de uma avaliação criteriosa de projeto.

A utilização cada vez maior de compósitos lignocelulósicos em peças automotivas demonstra a capacidade da madeira ou de fibras naturais em diminuir o peso e o impacto ambiental nas carrocerias. A pesquisa de Musa e Onwualu (2024) concluiu que, apesar de desafios como a compatibilidade entre fibra e matriz polimérica, durabilidade a longo prazo e técnicas de processamento, os biocompósitos feitos com fibras lignocelulósicas podem satisfazer as exigências de desempenho estrutural para uso em automóveis, representando uma opção promissora para carrocerias ou painéis de veículos (Figura 11).

Figura 11 - Carroceria em madeira.



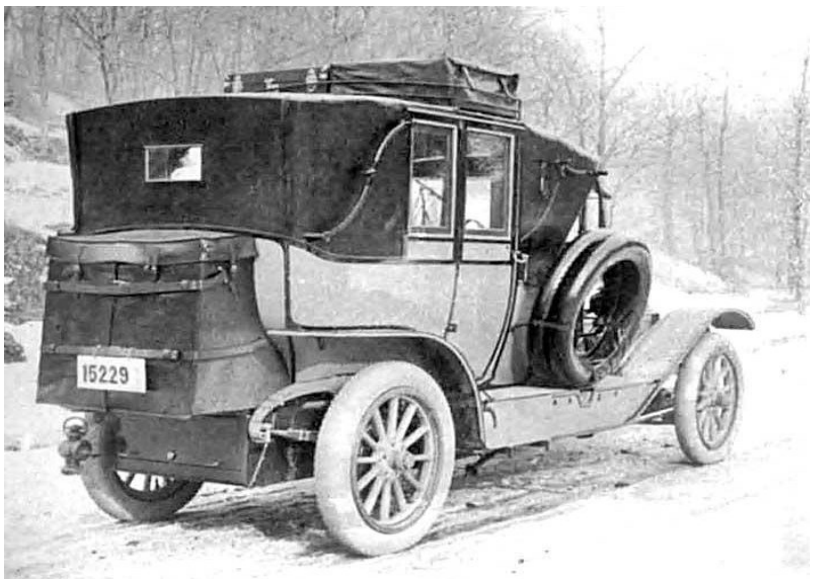
Fonte: Schreiner Madeiras (2025).

4.6 Motorhomes e Madeira

O motorhome tem origem no início do século XX, onde os veículos começaram a se adaptar para servir como residências móveis. O primeiro registro foi da data de 1904, nos Estados Unidos, com adaptações que permitem cozinhar e dormir no próprio automóvel (SMITHSONIAN MAGAZINE, 2019). O conceito de “casa sobre rodas” evoluiu de carruagens puxadas por cavalos, muito comuns na Europa no século XIX, para veículos motorizados com estrutura de madeira e alumínio, com a finalidade de realizar viagens longas e lazer (SMITHSONIAN MAGAZINE, 2019).

Em 1910 a empresa norte-americana *Pierce-Arrow Motor Car Company* apresentou o modelo Touring Landau (Figura 12), considerado por muitos até hoje como o primeiro veículo recreativo produzido comercialmente (RVIA, 2020). Com iluminação elétrica, tanque de água e compartimento para bagagem e bancos que viram camas (RVIA, 2020). Serviu como pontapé inicial para o surgimento de veículos personalizados artesanalmente por famílias e pequenas oficinas, onde eram utilizados materiais simples como madeira compensada e chapas de aço leve para criar compartimentos habitáveis (LOVE EXPLORING, 2021).

Figura 12 - Touring Landau (1910).



Fonte: TheOldMothors (2022).

Entre 1950 e 1960 ocorreu a popularização dos motorhomes (Figura 13), impulsionada pelo crescimento das viagens rodoviárias e pelo espírito de liberdade característico do pós-guerra. Em 1958, Ray Frank construiu seu primeiro motorhome

sobre um chassi Dodge, dando origem ao termo “motorhome” e, pouco tempo depois, fundou a empresa Frank Motor Homes Inc. (FRANK, 2002). Poucos anos depois, surgiu a marca Travco, que se destacou pelo design aerodinâmico e pelo uso pioneiro de materiais compósitos, introduzindo soluções construtivas que combinavam leveza e durabilidade (TRAVCO MOTORHOMES, 2024). A introdução de novas mudanças estruturais, incluindo painéis de madeira laminada e compensado marítimo, foi essencial para garantir resistência com baixo peso, ampliando a eficiência e o conforto desses veículos (CAMPERSMARTS, 2022).

Figura 13 - Motorhome Travco de 1968.



Fonte: Liftarn (2008).

Entre 1972 e 1978, a General Motors lançou o GMC Motorhome (Figura 14), um modelo revolucionário por apresentar chassi, motor e carroceria integrados, representando um marco na engenharia automotiva e no design industrial. Segundo Branch (2019), o GMC Motorhome possui uma história singular, marcada por inovações estruturais e de conforto que redefiniram o padrão dos veículos recreativos. O modelo utilizava uma combinação de elementos estruturais em alumínio e painéis internos de madeira compensada, proporcionando leveza e rigidez sem comprometer a durabilidade. Ao contrário de outros veículos de grande porte da época, o projeto do GMC Motorhome priorizou a redução de peso e o centro de gravidade baixo, características que contribuíram para sua estabilidade e desempenho superior nas estradas.

Figura 14 - GMC Motorhome.



Fonte: Silodrome (BRANCH, 2019).

A madeira desempenha um papel fundamental na construção de motorhomes (Figura 15), especialmente nas estruturas internas, pisos, painéis e mobiliário, devido à sua leveza, facilidade de manuseio e propriedades acústicas e térmicas isolantes. Diversos fabricantes utilizam compensado (*plywood*) ou painéis de madeira laminada cruzada (*cross-laminated wood panels*), materiais que apresentam elevada resistência mecânica e boa estabilidade dimensional (PLYWOOD EXPRESS, 2022).

O uso de compensado maritmo é particularmente comum em áreas sujeitas à umidade, como banheiros e cozinhas, pois esse tipo de compensado é resistente à água e possui lâminas internas isentas de falhas estruturais, o que aumenta sua durabilidade (FOREST PLYWOOD, 2022). Além disso, segundo relatos de construtores e especialistas, a madeira apresenta vantagens em termos de manutenção, sendo mais simples reparar ou substituir trechos danificados por infiltração quando comparada a estruturas de alumínio ou compósitos metálicos (TRUCK CAMPER ADVENTURE, 2022).

Figura 15 - Estrutura de madeira em Motorhome.



Fonte: Truck Camper Adventure (WILLETT, 2017).

Figura 16 - Estrutura de madeira em Motorhome.



Fonte: Truck Camper Adventure (WILLETT, 2017).

O conceito de motorhome gira em torno de veículos recreativos feitos para funcionar como um meio de transporte e um espaço de habitação móvel, propondo funcionalidades como cozinha, banheiro, área de dormir, sistemas elétricos e de água. O mercado desses veículos passa por uma grande ascensão. Segundo o IMARC Group (2024), o mercado de veículos recreativos alcançou um valor estimado em US$ 61,4 bilhões em 2024, e com uma projeção de atingir US$ 108,8 bilhões em 2033, mostrando uma taxa anual composta de crescimento (CAGR) de cerca de 6,57% entre 2025 e 2033.

Essa ascensão ocorreu devido a vários fatores, um dos principais é o aumento da demanda por viagens flexíveis e independentes, evitando estadias. A partir desses

fatos se estabeleceu o nome “van-life” (vida sobre rodas), outro ponto de aumento desse mercado, foi a partir da pandemia do Covid-19, que mudou muitos conceitos de turismo, favorecendo mais o modelo desses veículos, além do crescimento do trabalho “home office!” permitindo que pessoas trabalhem enquanto viajam em motorhomes.

Figura 17 - Van adaptada para servir como Motorhome.



Fonte:Vrum (2025)

Na atualidade a madeira desempenha um papel importante nos motorhomes, em forma de painéis, que tem função fundamental no interior e no exterior de sua estrutura, devido a suas características de leveza, rigidez, design e versatilidade no uso em móveis. Segundo Kotradyová et. al. (2025) no espaço interno, a madeira contribui com a estética e o conforto ambiental, sendo validada como recordar respostas emocionais positivas e liga-se ao tema da sustentabilidade. Porém, segundo Kerfkore (2025) é importante ter atenção devido a vulnerabilidade do material, diante a umidade, deslocamentos ocasionados por vibrações, que incentiva o uso de painéis leves, que oferecem melhor estabilidade em ambientes móveis.

Segundo o estudo realizado por Cremonini et al. (2015), o uso de painéis e compósitos à base de madeira em veículos de transporte terrestre se deve às suas propriedades físicas e mecânicas. No segmento de motorhomes e caravans, os autores destaram o emprego da madeira como material de revestimento para bases estruturais, que muitas vezes são constituídas de aço ou alumínio. Essa combinação promove a adaptação e integração eficiente entre componentes metálicos e

lignocelulósicos, otimizando o desempenho estrutural e estético dos veículos (CREMONINI et al., 2015).

Segundo o estudo realizado por Güler e Tor (2024), a madeira, por ser um material natural, renovável e biodegradável, contribui significativamente para a criação de ambientes mais saudáveis e acolhedores, incluindo em espaços como os motorhomes.

Os resultados da pesquisa demonstraram que a presença da madeira em interiores reduziu os níveis de estresse dos usuários e proporcionou uma sensação de tranquilidade e conexão com a natureza, quando comparada a ambientes construídos predominantemente com materiais sintéticos (GÜLER; TOR, 2024). A presença da madeira melhora também a qualidade do ar interior, auxilia no equilíbrio da temperatura e da umidade e promove bem-estar visual em razão de sua textura e coloração natural (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 2010; KELLERT; CALABRESE, 2015).

Figura 18 - Interior da Van adaptada para servir como Motorhome.



Fonte: Mercado & Eventos (MENEZES, 2021).

As características de imersão na natureza e a sensação de tranquilidade promovidas pelo uso da madeira em interiores reforçam a ideia de que esse material oferece benefícios multisensoriais, não apenas como elemento estrutural ou estético, mas também como componente ativo que contribui para a saúde, o bem-estar e o conforto ambiental (MAKE IT WOOD, 2025). Dessa forma, esses estudos ampliam as

possibilidades de utilização da madeira em interiores não apenas residenciais, mas também em veículos recreativos e motorhomes, demonstrando que o seu uso ultrapassa o campo do design e se consolida como um método eficaz para o aumento do bem-estar e da sustentabilidade ambiental.

No Brasil, o mercado de motorhomes teve um crescimento exponencial, dados da organização da Expo motorhome demonstram que o segmento movimentou cerca de R$1,5 bilhão em 2023, com aumento de aproximadamente 30% sobre 2022 (DGABC, 2025). Tanto no mundo quanto no Brasil, a pandemia do COVID 19 foi apontada como um fator que acelerou esse mercado, devido ao distanciamento social e um modo de evitar aglomerações.

A revista Mercado & Eventos (2021) fez uma pesquisa que demonstra que os perfis de compradores de motorhomes também mudaram. Segundo Júlio, proprietário da Estrella Mobil Motorhomes, o perfil dos compradores de motorhomes tem mudado ao longo dos anos: antes da pandemia 80% dos compradores eram aposentados e profissionais liberais, e os outros 20% eram representados por jovens e pessoas acima de 40 anos, após a pandemia houve uma mudança nesses volumes e quem antes representava 20% dos compradores em 2020 passaram a ser 35% das vendas totais.

Ainda segundo a pesquisa da revista Mercado & Eventos (2021), entre 2018 e 2020 as razões para compra de motorhomes também mudaram: em 2018 as razões para aquisição eram aposentadoria, lazer, home office e liberdade na escolha do destino; já em 2020, além das mesmas razões de 2018, muitos passaram a ser home office definitivo e uma forma de se locomover em meio a pandemia, o que se popularizou e só vem crescendo cada vez mais.

5. CONCLUSÃO

A madeira, principalmente como painéis reconstituídos como MDF, OSB e Compensados revela um potencial na produção de componentes internos e estruturais de veículos, unindo qualidades como leveza, resistência mecânica, estabilidade dimensional e desempenho acústico. Além de ajudar a diminuir o peso e a emissão de carbono, esses materiais somam valor na beleza e sensorial, aumentando o conforto, e a ligação com a natureza, pontos cada vez mais valorizados pelos consumidores.

Nos motorhomes, a madeira se destaca ainda mais ao unir resistência, beleza natural e facilidade de manutenção. O aumento global do mercado de motorhome, influenciado por novos estilos de vida, pelo crescimento do home office e pela facilidade de viajar livremente após a pandemia do COVID-19.

Ao olhar para o futuro do setor automotivo, fica claro que sustentabilidade e consumo consciente já não são apenas tendências, são necessidades que mudam a forma de projetar e utilizar os materiais. Diante desse cenário, abre-se um campo promissor para pesquisas futuras que investiguem a aplicação de madeiras nativas brasileiras na produção de motorhomes, tanto para componentes internos quanto estruturais.

6. REFERÊNCIAS

ABIMCI – Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente. *Estatísticas da indústria de base florestal.* Curitiba: ABIMCI, 2021. Disponível em: https://www.abimci.com.br. Acesso em: 24 out. 2025.

AMERICAN CHEMICAL SOCIETY. Hall Process: Production and Commercialization of Aluminum.,2001. Disponível em: https://www.acs.org/education/whatischemistry/landmarks/aluminumprocess.html. Acesso em: 24 out. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO ALUMÍNIO (ABAL). *indústria aposta nas aplicações do alumínio para o segmento automotivo.* São Paulo: ABAL, [2011]. Disponível em: https://abal.org.br/noticia/artigo-industria-aposta-nas-aplicacoes-do-aluminio-para-o-segmento-automotivo/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 5 out. 2025.

BASF. *Ultramid® Advanced Polyphthalamide (PPA) – High-Performance Polyamide for Demanding Applications.* Ludwigshafen: BASF SE, 2020. Disponível em: https://www.basf.com. Acesso em: 24 out. 2025.

BASSET, Douglas. *The Coachbuilders: Wooden Frames for Automobiles*. London: Coachbuilding Press, 2001.

BEPEX. *Conheça o processo de Bessemer e a sua revolução na siderurgia.* Bepex, 2 ago. 2023. Disponível em: https://bepex.com.br/processo-de-bessemer/. Acesso em: 24 out. 2025.

BRANCH, Jon. *Uma breve história do GMC Motorhome – Tudo o que você precisa saber*. Sildroma, 2 mar. 2019. Disponível em: https://www.sildroma.com/uma-breve-historia-do-gmc-motorhome. Acesso em: 5 out. 2025.

CAMPERSMARTS. A Brief History of Motorhomes: From the 1910s to Today. [S. l.], 2022. Disponível em: https://campersmarts.com/history-of-motorhomes/. Acesso em: 24 out. 2025.

CAMPERSMARTS. RV History: The Antique Era. [S. l.], 2022. Disponível em: https://campersmarts.com/rv-history-the-antique-era. Acesso em: 5 out. 2025.

CREMONINI, C.; NEGRO, F.; ZANUTTINI, R. Wood-based panels and composites in the automotive industry. *European Journal of Wood and Wood Products*, v. 73, n. 2, p. 131–139, 2015. DOI: 10.3390/f12121717

CREMONINI, C.; NEGRO, F.; ZANUTTINI, R. Wood-based panels for land transport uses. *Drewno. Prace Naukowe = Wood Research*, v. 58, n. 195, p. 125-133, 2015. DOI: 10.12841/wood.1644-3985.125.11.

DECKER, Ž.; ZELJKO, D.; IVAN, K.; TOMISLAV, R. *Material's Strength Analysis of the Coupling Node of Axle of Semi-Trailer*. *Materials*, v. 16, n. 5, art. 420, p. 1-16, 2023.

DIÁRIO DO GRANDE ABC. *Turismo de motorhome cresce no Brasil e atrai novos viajantes*. 2025. Disponível em: https://www.dgabc.com.br/Noticia/4241339/turismo-de-motorhome-cresce-no-brasil-e-atrai-novos-viajantes. Acesso em: 24 nov. 2025.

DIETZEL, A.; RASSBACH, H.; KRICHENBAUER, R. Material testing of decorative veneers and different approaches for structural-mechanical modelling: Walnut burl wood and multilaminar wood veneer. *BioResources*, v. 11, n. 3, p. 7431-7450, 2016. bioresources.cnr.ncsu.edu

EXOTIC WOOD ZONE. *Best Wood for Car Interior Building*. 28 fev. 2025. Disponível em: https://exoticwoodzone.com/blogs/e/what-is-the-best-wood-for-car-interior. Acesso em: 21 out. 2025.

FERRO, F. S.; MENDES, L. M.; IWAKIRI, S. Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com *Schizolobium amazonicum* e resina poliuretana à base de óleo de mamona. *Scientia Forestalis*, v. 43, n. 106, p. 313-320, 2015. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr106/cap07.pdf. Acesso em: 22 out. 2025.

FOREST PLYWOOD. *Marine Grade Plywood: Uses, Advantages & Types*. 2025. Disponível em: https://forestplywood.com/blog/plywood/marine-grade-plywood-uses-advantages-types/. Acesso em: 6 out. 2025.

FRANK, Ray. The traveling quilt: the history of the first motorhome. Family RVing Magazine, mar. 2002. Disponível em: https://familyrvingmag.com/2002/03/01/the-traveling-quilt/. Acesso em: 24 out. 2025.

FREIRE, A. L. F.; FIGUEIRÊDO, M. C. B.; ROSA, M. F.; ARAÚJO JÚNIOR, C. P. *Impactos ambientais de painéis de madeira e derivados – Uma revisão de literatura*. *Revista Espacios*, v. 36, n. 10, p. 3, 2015.

GARCIA, Gustavo Henrique de Souza. História do automóvel: uma introdução. Revista de História da Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 2, p. 45-60, 2014.

GEELS, Frank W. Technological transitions and system innovations: a co-evolutionary and socio-technical analysis. Cheltenham: Edward Elgar, 2005.

GENERAL MOTORS HERITAGE CENTER. GMC Motorhome (1972–1978). 2018. Disponível em: https://gmheritagecenter.com. Acesso em: 5 out. 2025.

GIUCCI, Guillermo. A vida cultural do automóvel: percursos da modernidade cinética. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2004.

GOLUBOVIĆ, Z. et al. A comprehensive mechanical examination of ABS and ABS-like polymers additively manufactured by material extrusion and vat photopolymerization. 2023.

GONZÁLEZ DE GORTARI, M. et al. Polyphthalamide polymers: a review on synthesis, properties and applications. 2022.

GRAND TRAILER. Turismo de motorhome cresce no Brasil e atrai novos viajantes. 01 jul. 2025. Disponível em: https://www.grandtrailer.com.br/2025/07/01/turismo-de-motorhome-cresce-no-brasil-e-atrai-novos-viajantes/. Acesso em: 24 out. 2025.

GUIDE AUTO WEB. Vehicle interior design trends: wood. 2023. Disponível em: https://www.guideautoweb.com/en/articles/41930/vehicle-interior-design-trends-wood/. Acesso em: 21 out. 2025.

GÜLER, H.; TOR, Ö. Physiological and psychological effects of wood material usage in mobile and sustainable spaces. Journal of Sustainable Architecture and Design, v. 7, n. 2, p. 234-249, 30 dez. 2024. DOI: https://doi.org/10.33725/mamad.1588883.

HARPER, Charles A.; PETRIE, Edward M. Plastics materials and processes: a concise encyclopedia. Hoboken: John Wiley & Sons, 2012.

HEISE, J. et al. Componentes à base de madeira para reduzir a pegada de carbono na produção de carrocerias. In: Decarbonizing Value Chains. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Cham: Springer, 2025. p. 184–191. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-93891-7_21. Acesso em: 31 out. 2025.

HOLBERY, J.; HOUSTON, D. Natural-fiber-reinforced polymer composites in automotive applications. JOM, v. 58, n. 11, p. 80–86, 2006. DOI: 10.1007/s11837-006-0234-2.

IMARC GROUP. *Global Caravan and Motorhome Market to Reach USD 108.8 Billion by 2033.* 8 nov. 2024. Disponível em: https://www.imarcgroup.com/global-caravan-motorhome-market. Acesso em: 24 out. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Global EV Outlook 2025. Paris: IEA, 2025.

IWAKIRI, S. Painéis de madeira reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005. 247 p.

KÄSE, David B.; PIAZZA, Giovanni. *Potencial para uso de sistemas multimateriais baseados em folheados em estruturas de veículos*. Materials Science Forum, v. 809, p. 633–638, jun. 2019. DOI: 10.4028/www.scientific.net/KEM.809.633.

KENNEDY, James. IDTechEx explora plásticos sustentáveis na indústria automotiva. 06 fev. 2025. Disponível em: https://www.idtechex.com/en/research-article/idtechex-explores-sustainable-plastics-in-the-automotive-industry/25889. Acesso em: 5 out. 2025.

KIM, J. G. Chemical recycling of poly(bisphenol A carbonate). Polymer Chemistry, v. 11, p. 4830-4849, 2020.

KOHL, Daniel; LINK, Philipp. Madeira como material técnico para componentes estruturais de veículos. Procedia CIRP, v. 40, p. 557–561, dez. 2016. DOI: 10.1016/j.procir.2016.01.133.

KRASSNITZER, Simon; MAYR, Michael; MÜLLER, Urs. Wood you believe it? Electric vehicles and engineered wood from an environmental perspective. SN Applied Sciences, v. 7, n. 1, p. 1–12, 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s43621-025-00957-9. Acesso em: 29 out. 2025.

LEE, E. et al. Optimal industrial-scale recycling strategy for polycarbonate integrated with polymerization process. 2025.

LOVE EXPLORING. The amazing history of RVing in America. 2021. Disponível em: https://www.loveexploring.com/gallerylist/131025/the-amazing-history-of-rving-in-america. Acesso em: 5 out. 2025.

LU, J.; CHORNEY, M.; PETERSON, L. Sustainable trailer flooring. BioResources, v. 4, n. 2, p. 835-849, 2009. DOI: 10.15376/biores.4.2.835-849.

MAKE IT WOOD. *Biophilia & Biophilic Design*. Disponível em: Make It Wood. Acesso em: 24 nov. 2025.

MANIA, Przemysław; FLACH, Artur; PILARSKA, Marta. Sound wave absorption coefficient and sound velocity in thermally modified wood. Applied Sciences, v. 13, n. 14, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app13148136. Acesso em: 24 out. 2025.

MERCADO & EVENTOS. Venda de motorhomes tem aumento de 40% ao ano desde o início da pandemia. 2024. Disponível em:

https://www.mercadoeeventos.com.br/noticias/servicos/venda-de-motorhomes-tem-aumento-de-40-ao-ano-desde-o-inicio-da-pandemia/. Acesso em: 31 out. 2025.

MORDOR INTELLIGENCE. Caravan and motorhome market report – industry trends, size & forecast (2025-2030). [S. l.: s. n.], 2024. Disponível em: https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/caravan-and-motorhome-market. Acesso em: 24 out. 2025.

MOTOR TREND. Bentley wood veneer customization feature. 2023. Disponível em: https://www.motortrend.com/features/bentley-wood-veneer-customization-feature/. Acesso em: 21 out. 2025.

MUSA, A. A.; ONWUALU, A. P. Potential of lignocellulosic fiber reinforced polymer composites for automobile parts production: current knowledge, research needs, and future direction. Heliyon, v. 10, n. 4, e24683, 2024.

NASCIMENTO, A. M. et al. Produção e caracterização de painéis compensados de Eucalyptus grandis colados com resinas alternativas. Floresta e Ambiente, v. 25, n. 1, p. e20160144, 2018. Disponível em: https://www.scielo.br/j/floram/a/3WvBcsq5R9KfC4dZLfP4R6d/. Acesso em: 22 out. 2025.

NUCCITELLI, Dana. A adoção de veículos elétricos está vacilante, mas continua crescendo em meio a conflitos geopolíticos. Yale Climate Connections, 2025. Disponível em: https://yaleclimateconnections.org/2025/02/adocao-veiculos-eletricos-vacilante-crescendo-conflitos-geopoliticos/. Acesso em: 5 out. 2025.

OAKIO. The future of automotive design: WPC materials in car components. 2024. Disponível em: https://www.oakio.com/blog/the-future-of-automotive-design-wpc-materials-in-car-components. Acesso em: 28 out. 2025.

PARK, S.-Y. et al. Photodegradation of natural wood veneer and studies on its color stabilization for automotive interior materials. Journal of Wood Chemistry and Technology, 2018. DOI: 10.1080/02773813.2018.1488872.

PATIL, Akshat; PATEL, Arun; PUROHIT, Rajesh. Uma visão geral dos materiais poliméricos para aplicações automotivas. Materials Today: Proceedings, v. 4, n. 2, parte A, p. 3807–3815, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.02.271. Acesso em: 5 out. 2025.

PLYWOOD EXPRESS. Wood Paneling in RVs. 2022. Disponível em: https://www.plywoodexpress.com/blog/2022/04/27/wood-paneling-in-rvs/. Acesso em: 6 out. 2025.

PROCOLOR MASTER. Policarbonato na indústria automotiva: aplicações e propriedades. [s.d.]. Disponível em: https://procolormaster.com/policarbonato-na-industria-automotiva/. Acesso em: 24 out. 2025.

RECYCLING OF POLYAMIDES: Processes and conditions. 2025. Disponível em: ResearchGate. Acesso em: 21 out. 2025.

(Obs.: sem autor definido — mantive o título como entrada principal. Se tiver mais dados do periódico ou evento, posso complementar.)

RONG, Blake Z. The Different Types of Wood You Could Find in Your Car. Road & Track, 27 out. 2016. Disponível em: https://www.roadandtrack.com/about/g6837/into-the-woods/. Acesso em: 21 out. 2025.

ROWELL, Roger M. Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites. Boca Raton: CRC Press, 2005.

RVIA – RECREATIONAL VEHICLE INDUSTRY ASSOCIATION. History of RVs. 2020. Disponível em: https://www.rvia.org/about-us/history-rvs. Acesso em: 5 out. 2025.

RV INDUSTRY ASSOCIATION. RV Industry Profile 2023: Structural and Material Innovations. Virginia: RVIA, 2023. Disponível em: https://www.rvia.org/. Acesso em: 24 out. 2025.

SANTOS, D. V. et al. Caracterização físico-mecânica de painéis OSB com diferentes tratamentos. 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstreams/11321197-059d-4fa1-80c6-03647754f281/download. Acesso em: 22 out. 2025.

SILODROME. The GMC Motorhome – An American Classic. 2019. Disponível em: https://silodrome.com/history-gmc-motorhome/. Acesso em: 5 out. 2025.

SINGH, Prashant K.; KUMAR, Vivek; THAKUR, Vijay K. Sustainable Composite Materials for Electric Vehicle Applications: A Comprehensive Review. Facta Universitatis, Series: Mechanical Engineering, v. 23, n. 2, p. 185–200, 2025. Disponível em: https://casopisi.junis.ni.ac.rs/index.php/FUMechEng/article/download/12518/5780. Acesso em: 29 out. 2025.

SMARDZEWSKI, J.; BATKO, W.; KAMISIŃSKI, T. Experimental study of wood acoustic absorption characteristics. Journal of Mechanical Engineering Science, v. 228, n. 14, p. 2538–2549, 2014. DOI: 10.1177/0954406214529257.

SMITHSONIAN MAGAZINE. A Brief History of the RV. 2019. Disponível em: https://www.smithsonianmag.com/innovation/brief-history-rv-180970195/. Acesso em: 5 out. 2025.

TEIXEIRA, F. S. M. et al. Mechanical recycling of acrylonitrile-butadiene-styrene. 2023.

TRAVCO MOTORHOMES. Company history and vehicle lineup. 2024. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Travco. Acesso em: 5 out. 2025.

TRAVCO MOTORHOMES. History and design of the Travco Motorhome. Travco Motorhomes Archives, 2024. Disponível em: https://travcomotorhomes.com/history/?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 24 out. 2025.

TRUCK CAMPER ADVENTURE. Why wood frame construction for truck campers? (entrevista com Rory Willett). Disponível em: https://www.truckcamperadventure.com/why-wood-frame-construction-for-truck-campers/. Acesso em: 6 out. 2025.

TRZEPIECIŃSKI, Tomasz; NAJM, Sherwan M. Current trends in metallic materials for body panels and structural members used in the automotive industry. Materials (Basel), v. 17, n. 3, p. 590, jan. 2024. DOI: 10.3390/ma17030590.

VENEER SUPPLIES. Honduran mahogany wood veneer – Swietenia macrophylla. 2024. Disponível em: https://www.veneersupplies.com/categories/Raw__Wood__Veneer/Wood__Veneer__H-__M/Honduran__Mahogany__Wood__Veneer/. Acesso em: 21 out. 2025.

VERBEETEN, W. M. H. et al. Material extrusion additive manufacturing of Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS). 2025.

WOOD DATABASE. Black walnut (Juglans nigra). 2024. Disponível em: https://www.wood-database.com/black-walnut/. Acesso em: 21 out. 2025.

ZHANG, Y. et al. Multi-component resource recycling from waste light plastics: degradation of PPA. 2024.

ZERBST, D.; AFFRONTI, E.; GEREKE, T.; et al. Experimental analysis of the forming behavior of ash wood veneer with nonwoven backings. European Journal of Wood and Wood Products, v. 78, p. 321-331, 2020. DOI: 10.1007/s00107-020-01494-0.