

FIBRAS VEGETAIS E COMPÓSITOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

VEGETAL FIBERS AND COMPOSITES IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

ILOR BRESSIANI JUNIOR | UTFPR

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT | UTFPR

ALESSANDRO ELLENBERGER, M.Sc. | UTFPR

UGO LEANDRO BELINI, Dr. | UTFPR

RESUMO

A indústria automotiva investe intensamente em pesquisa e trava uma busca contínua por novas tecnologias objetivando redução de custos e maximização de desempenho, sendo que a otimização da relação peso-consumo é crucial em seus veículos. Deste modo, há uma crescente inserção de fibras vegetais e compósitos com objetivo de reduzir a massa de seus produtos, pois o uso destes materiais é uma das maneiras de melhorar a eficiência energética, mantendo-se os quesitos de sustentabilidade. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar algumas aplicações de fibras vegetais e compósitos nas indústrias automotivas nacional e internacional, discorrendo sobre perspectivas de seus usos, atualidades, incentivos, o programa Rota 2030 e exemplos (cases) reais de aplicação. De modo geral, os resultados indicam que o uso destes materiais tende a aumentar, devido a seu desempenho físico-mecânico e suas qualidades em substituir os materiais convencionais que são, muitas vezes, oriundos de fontes não renováveis.

PALAVRAS CHAVE: Fibras vegetais; Compósitos; Indústria automotiva; Novos produtos.

ABSTRACT

Automotive industry invests heavily in research and engages in a continuous search for new technologies in order to reduce costs and maximize performance and the optimization of the weight-consumption ratio is crucial in their vehicles. Therefore, there is a growing insertion of vegetal fibers and composites in order to reduce the mass of their products, as the use of these materials is one of the ways to improve energy efficiency, while maintaining sustainability requirements. In this context, the present work aims to present some applications of vegetal fibers and their composites in the national and international automotive industries, discoursing about perspectives of their uses, news, incentives, Rota 2030 program and real application examples. In general, the results indicate that the use of these materials tends to increase, due to their physical-mechanical performance and their qualities in replacing conventional materials, which are often from non-renewable sources.

KEY WORDS: *Vegetal fibers; Composites; Automotive industry; New products.*



1. INTRODUÇÃO

Na busca da eficiência energética, as indústrias automobilísticas travam uma busca incessante para reduzir a massa de seus produtos, já que o consumo de combustíveis tem relação direta com a quantidade de massa. Neste contexto, os polímeros e compósitos têm sido uma ferramenta extremamente útil para atingir este objetivo, em substituição aos materiais mais pesados, como os metais. Em face de seu apelo ecológico, paralelamente ao uso dos plásticos, introduziu-se a utilização de fibras naturais agregadas aos materiais comumente utilizados.

O objetivo do presente trabalho é destacar a utilização dos compósitos e principalmente das fibras vegetais na indústria automobilística, na atualidade e suas perspectivas.

Os primeiros registros que se têm notícia da utilização de fibras naturais pelo homem, remonta aos tempos do antigo Egito, onde já se faziam o uso do linho e da lã. O Antigo Testamento faz menção de tijolos de argila reforçados com fibras de palha. Na mesma linha ecológica, tem-se registro que em 1915, Henry Ford, um dos precursores da indústria automobilística, já usava uma cola feita à base de trigo. As fibras vegetais já tiveram largo uso no passado na indústria do automóvel, como foi o caso de compósitos de látex de borracha natural reforçado com fibra de coco para uso em estofamentos de automóveis. No entanto, a partir da década de 60 estes começaram a ser gradativamente substituídos pelas espumas de poliuretano (MARROQUIM, 1994).

As fibras naturais de origem vegetal são uma alternativa ambientalmente mais correta e de menor custo, pois são renováveis, biodegradáveis e dependendo do composto, diminuem a emissão de dióxido de carbono (CO₂). Juntamente às fibras, os compósitos têm sido muito aplicados em diversos segmentos da indústria.

A indústria aeronáutica, por exemplo, vem se modernizando com o uso cada vez maior de compósitos, pois atualmente já se tem aeronaves com 50% de compósitos em sua composição. O mesmo acontece na indústria náutica, já que a utilização de compósitos permite uma grande flexibilidade na execução das mais diversas formas.

Porém, devido à sua alta escala de produção, o foco para a introdução das fibras naturais é a indústria automobilística, pois em 2018 sua produção mundial registrou a marca de 97 milhões de veículos. As fibras naturais são um recurso renovável por excelência e neutras em carbono. Durante o seu processamento, geram principalmente resíduos orgânicos e deixam resíduos que podem ser usados para gerar eletricidade ou fabricar material ecológico para habitação. E, no final de seu ciclo de vida, são 100% biodegradáveis (NATURAL FIBERS, 2009).

2. ATUALIDADES

As fibras naturais estão atraindo interesse nos diversos setores de engenharia devido às suas vantagens específicas e, apesar de sua incipiente utilização, o futuro já prospecta um aumento significativo do uso destas fibras na indústria do automóvel. Um dado importante para o uso das fibras vegetais é sua resistência mecânica, onde por exemplo, a fibra de vidro possui uma massa específica de 2,6g/cm³, comparativamente à fibra de coco que possui cerca de 1,33g/cm³. Na indústria automotiva, estas fibras além de substituírem recursos não renováveis, permitem a fabricação de peças mais leves, além de apresentar boas propriedades físico-mecânicas (SILVA et al., 2009).

As fibras vegetais podem ser classificadas conforme a sua origem na estrutura da planta e se dividem em fibras dos frutos, como coco e açaí, fibras de caule, como linho, juta e kenaf, fibras das folhas, como sisal e curauá e fibras de sementes, como o algodão. As oriundas do caule ou folhas são chamadas de fibras duras e são as mais utilizadas como reforço em compósitos poliméricos.

Define-se compósitos como um conjunto de pelo menos dois materiais formados com o objetivo de se obter um produto de maior qualidade. Os compósitos se referem a materiais heterogêneos, multifásicos, podendo ser ou não poliméricos, em que um dos componentes é descontínuo e dá a principal resistência ao esforço e o outro componente é contínuo e representa o meio de transferência desse esforço (MANO et al., 1999).

Além de exibir as propriedades inerentes de cada constituinte, os compósitos exibem propriedades intermediárias que vêm da formação de uma região interfacial e suas principais características são:

- I) Densidade baixa (de 1 a 2g/cm³),
- II) Permitem redução de massa (de 30 a 50%),
- III) Excelente comportamento à corrosão,
- IV) Comportamento acústico favorável,
- V) Possuem bom comportamento ao choque, com absorção progressiva de energia.

Se no início, há mais de cem anos, um carro era feito principalmente de madeira e aço, hoje reúne muitos materiais pertencentes a diversas famílias: materiais ferrosos e não ferrosos, minerais e orgânicos.

Atualmente, um veículo médio tem uma massa equivalente a 1.300kg, onde 15% desta massa, ou seja, cerca de 200kg são de materiais plásticos.

As fibras vegetais por serem provenientes de recursos renováveis, estão disponíveis em grandes quantidades, contribuindo ainda mais para o interesse no seu estudo. Contudo, algumas desvantagens são apresentadas na

utilização destas fibras em compósitos, tais como elevada absorção de umidade, baixa temperatura de decomposição e fraca adesão entre fibra e matriz. Apesar dessas desvantagens, o uso dessas fibras em compósitos vem crescendo devido à possibilidade destes problemas serem contornados. Estas fibras são utilizadas na indústria combinadas com componentes sintéticos, como o polipropileno, para a produção de materiais mistos mais resistentes. Exemplificando, usa-se o polipropileno com carga ou reforço de fibras de sisal, que é um composto desenvolvido para ser aplicado no processo de injeção de peças plásticas automotivas.

No Brasil, há pesquisas voltadas para a utilização de materiais como fibras de coco e palmeira na produção de peças de veículos, como também o uso de soja para confeccionar a espuma dos bancos. Até o cânhamo aparece como alternativa, que é uma variação da planta que dá origem à maconha, para fazer o suporte de retrovisores internos.

3. INCENTIVOS

Buscando a eficiência energética, foi criado pelo governo federal para a indústria automobilística brasileira o programa denominado de Rota 2030, que entrou em vigor em 2018 e tem validade até o ano de 2026.

Sob número 13.755, a lei que passou a ser conhecida como Rota 2030 é uma remodelação do extinto programa Inovar Auto. Mais abrangente, este programa segue uma linha estratégica similar, mas o foco principal é incentivar os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em toda a cadeia do setor. Assim, o Rota 2030 se estendeu aos setores das autopeças e dos sistemas estratégicos para a produção dos veículos, não se limitando unicamente às montadoras.

Em linhas gerais, as diretrizes do programa são:

- I) Estabelecer requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil,
- II) Incrementar a eficiência energética, o desempenho estrutural e a disponibilidade de tecnologias assistivas,
- III) Aumentar os investimentos em P&D no país,
- IV) Estimular a produção de novas tecnologias e inovações,
- V) Promover o uso de biocombustíveis e de formas alternativas de propulsão e valorizar a matriz energética brasileira,
- VI) Automatizar o processo de manufatura e o incremento da produtividade,
- VII) Garantir a capacitação técnica e a qualificação profissional no setor de mobilidade e logística,
- VIII) Garantir a expansão ou manutenção do emprego no setor de mobilidade e logística.

Considera-se inovação tecnológica a concepção de um novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando em maior competitividade no mercado.

Este programa está focado em gerar investimentos em P&D, como também inclui incentivos à produção de veículos elétricos e híbridos. Na época do lançamento deste programa, informes divulgados pelo governo brasileiro, estimava um investimento anual de R\$ 5 bilhões em pesquisa e desenvolvimento.

Uma das maneiras de se atingir os objetivos de eficiência energética é a redução de massa dos veículos, já que estudos mostram que uma redução de 10% na massa de um veículo compacto pode diminuir consumo de combustível em até 4,6%. A influência é direta: quanto mais pesado estiver o veículo, ou seja, quanto maior a sua massa, maior será o gasto de combustível para uma mesma rota e perfil de condução. Nos últimos anos os veículos apresentaram um acréscimo de massa, conforme mostra figura 1, onde no início dos anos 80 tinha-se em média um veículo com cerca de 850kg e no início da segunda década deste século, os veículos já possuíam cerca de 1.300kg de massa, mantendo-se estável até os dias de hoje.

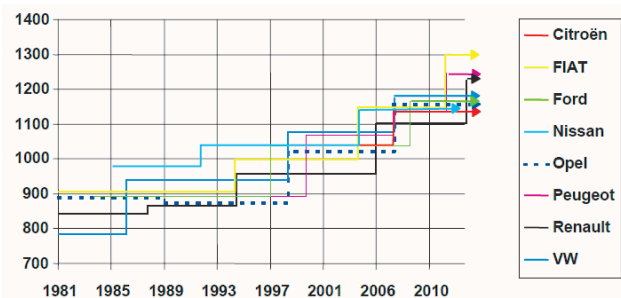


Figura 1 - Evolução da massa nos veículos
Fonte: Autores

O setor automobilístico sempre fez fortes investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias que pudessem reduzir a massa de seus produtos e de olho nisso, a indústria apostou nas fibras vegetais para fabricar peças com melhor absorção de impacto e, ao mesmo tempo, capazes de deixar o carro mais leve. Ao se optar pela adoção destas fibras, contribui-se para a preservação dos recursos naturais, além de haver uma redução nos custos de produção.

As fibras naturais são em geral adequadas para serem utilizadas como reforço de plásticos (termoplásticos), devido à sua boa resistência, rigidez e baixa densidade (BLEDSKI; GASSAN, 1999).

4. FIBRAS VEGETAIS

As principais fibras vegetais utilizadas na indústria automotiva são:

I) juta (*Corchorus capsularis*) é uma fibra vegetal que floresce de 4 a 5 meses depois de semeada. As altas temperaturas das regiões nas quais é cultivada favorece sua fermentação e, dessa forma, consegue-se a maceração entre 8 a 10 dias, permitindo assim, a fácil retirada da casca da planta e separação da fibra da parte lenhosa do talo, sendo em seguida, enxaguada e empacotada. A Índia é o maior produtor mundial e há importante produção na região norte do Brasil, em comunidades ribeirinhas, contribuindo para a manutenção destas populações, evitando o êxodo rural. A figura 2 ilustra as fibras de juta em processo de secagem ao ar livre.



Figura 2 - Fibras de juta em secagem
Fonte: Revista Globo Rural 2010

II) coco, provém do coqueiro comum (*Cocos nucifera*). A figura 3 ilustra sua fibra, de cor marrom, sendo a única fibra de fruta que é usada comercialmente em grande volume. México, Brasil e Venezuela lideram a produção na América Latina e atualmente a Índia é líder mundial na sua comercialização.



Figura 3 - Fibras de coco
Fonte: Projeto Coco Vivo, 2011

III) curauá (*Ananás erectiflo*) é uma planta nativa da floresta amazônica e sua fibra é um material atrativo do ponto de vista econômico e tecnológico devido às facilidades de obtenção, à baixa densidade e elevada resistência mecânica. Atualmente esta fibra (Figura 4) é utilizada para diversos fins, mais recentemente como substituta da fibra de vidro na indústria automotiva e, alternativamente, também com uso diversificado como composto de vigas resistentes a terremotos na construção civil. Suas folhas secas também têm amplo uso para roupas e medicamentos.



Figura 4: Planta de curauá
Fonte: Correio da Amazônia, 2017

IV) sisal (*Agave sisalana*) é originário do México e o Brasil é o principal produtor mundial, atendendo a 60% da demanda, sendo que o estado da Bahia é responsável por 95% da produção nacional. O sisal (Figura 5) se destaca entre as fibras foliares em termos de qualidade e de aplicação comercial, bem como por possuir um dos maiores valores de módulo de elasticidade. Estudos comprovam que a fibra do sisal pode ser utilizada como reforço para polímeros comerciais, tais como o polietileno e a borracha natural.



Figura 5 - Planta de sisal
Fonte: Embrapa, 2014

V) bucha (*Luffa cylindrica*) é uma espécie nativa das regiões tropicais e comercializada no Brasil. A aplicação desta fibra, em estado seco, conforme Figura 6, tem estudos recentes para utilização em assentos e encostos dos bancos na indústria automobilística, já que apresenta maior perspirabilidade, que é a capacidade de absorver umidade da transpiração humana, o que proporciona maior conforto, essencial para os motoristas profissionais que ficam longos períodos de tempo sentados. A *Luffa cylindrica* também pode ser aproveitada na forma de esponja para banho, na limpeza geral e no artesanato.



Figura 6 - *Luffa cylindrica* seca
Fonte: Wikipedia, 2006

VI) cânhamo (*Cannabis ruderalis*) é o nome que recebe uma variedade da planta Cannabis e tem seu uso, entre outros, nos produtos têxteis e como reforço em autopeças, sendo que na Europa há incentivos fiscais para seu cultivo visando extração de fibras do caule, conforme ilustra a Figura 7.



Figura 7 - Fibras de cânhamo extraída do caule
Fonte: Wikipedia, 2013

Em todas estas fibras vegetais, um dos principais componentes é a celulose, presente na parede celular do tecido vegetal. A celulose é um polímero natural, constituído por unidades de Dglicose (KUMAR et al., 2011; MONTE, 2009).

A molécula da celulose é o principal constituinte da parede das células vegetais (cerca de 33% da massa total da planta) e é, quantitativamente, o composto orgânico mais abundante no planeta. Estima-se que mais de 50% do carbono da biosfera esteja presente nas molecular de celulose.

Segundo RAVEN et al. (2001), a celulose é o principal componente polissacarídeo da parede celular das plantas, sendo o mais abundante composto orgânico conhecido. São as moléculas de celulose que formam as partes fibrosas da parede celular vegetal e apresentam alto percentual em fibras utilizadas e com potencial de utilização nas indústrias de mobilidade, conforme Tabela 1.

Teor de Celulose	
Fibra	% Celulose
Banana	50,05
Coco	47,63
Curauá	61,28
Sisal	59,50
Taboa	57,31

Tabela 1 - Teor de celulose nas fibras vegetais
Fonte: (adaptado de Raven et al., 2001)

5. FIBRAS NATURAIS E COMPÓSITOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

O baixo custo, a baixa densidade e o fato de serem recicláveis e biodegradáveis, fazem das fibras de juta um material muito atrativo para reforço de materiais compósitos para a indústria do automóvel. Exemplos disso são alguns painéis de portas ou porta-pacotes (Figura 8) que são produzidos em material polimérico reforçado com fibras de juta.



Figura 8 - Porta-pacotes
Fonte: Autores, 2019

O Grupo FCA (Fiat Chrysler Automóveis) também utiliza diversos materiais renováveis nos automóveis que produz em todo o mundo. Um deles é o Ecomold, nome comercial

para uma mistura de fibra de juta e polipropileno, que foi usada no acabamento do painel de instrumentos do veículo Uno e hoje aplicada nas portas do veículo Renegade.

Os componentes de fibra vegetal chegam a pesar 40% menos que os constituídos exclusivamente por resinas plásticas, mas existem vantagens adicionais além da redução de massa. Por ser um material reciclável, requer pouca energia na termoformagem, proporcionando uma economia de até 55% graças à redução no tempo de aquecimento, com boa estabilidade térmica e dimensional.

A montadora Ford substituiu em 30% o plástico à base de petróleo de sua linha de veículos pelo material à base da fibra do sisal. A fibra é mais rentável, pois exige uma área plantada menor e pode ser colhida em apenas 2,5 anos. O sisal foi escolhido devido a ter apresentado os melhores resultados mecânicos. A Ford, por sua vez, registrou pedido de patente para o EcoProject, nome dado à tecnologia desenvolvida para utilização desta fibra como componente de partes de seus veículos. A linha de caminhões Cargo também usa no painel de instrumentos (Figura 9) um composto de fibra de sisal (REVISTA PLANETA, 2016).



Figura 9 - Painel de instrumentos
Fonte: Amigos da sua estrada, 2011

Também esta mesma empresa estuda a utilização de fibras da casca de tomate para desenvolvimento de porta-objetos internos aos carros, em substituição ao plástico (O MUNDO EM MOVIMENTO, 2019).

Atualmente algumas montadoras utilizam fibras de curauá em compósitos em revestimentos laterais de portas, maçanetas e estofamentos. Estas fibras têm sido amplamente usadas como reforço em materiais plásticos na tentativa de substituir a fibra de vidro, como também na utilização em forros internos de alguns modelos. Os modelos Fox e Polo da Volkswagen, já usam este material no teto, na parte interna das portas e na tampa do compartimento de bagagens. O mercado consumidor do curauá tem se apresentado de várias formas, tanto para o consumo da folha in natura, quanto para a fibra e

mucilagem. Atualmente fibras picadas de curauá estão sendo misturadas com sobras de cobertores e tapetes, descartadas pela indústria têxtil, para reforçar matriz de polipropileno em compósitos utilizados no teto e na parte interna do compartimento de bagagem de automóveis como o Fox e o Polo da Volkswagen do Brasil (ERENO, 2004).

Em função da densidade, os compósitos com a fibra do curauá podem apresentar uma redução de massa de até 15% em comparação com os materiais reforçados com fibras de vidro, com a possibilidade de melhorarem ou manterem suas propriedades mecânicas (KLEBA, 2004).

O curauá mostrou ser uma fibra imbatível no quesito resistência quando comparado com a bucha, a banana, o bagaço de cana-de-açúcar, o cânhamo, o sisal ou a juta. Montadoras como Mitsubishi, General Motors e Honda também já fazem uso desta planta. Outra aplicação de fibras naturais é encontrada em modelos de luxo da Mercedes-Benz, onde os revestimentos das portas já são feitos com linho, sisal e cânhamo.

A fibra de coco tem outra aplicação conhecida, onde a Mercedes Benz adota uma política ambientalista, que procura reduzir ao máximo materiais que afetem o meio ambiente e para tanto, seus caminhões utilizam assentos fabricados à base desta fibra com látex.

A montadora Fiat em 2010, mostrou o veículo Uno Ecology, um carro com interior composto de fibra de coco nos bancos. Esta fibra oferece muitas vantagens em relação às espumas de poliuretano, que são geralmente usadas nos estofamentos, por ser biodegradável e menos volumosa em relação à sintética.

A empresa europeia APM desenvolveu o NAFILean que é um composto de polipropileno reforçado com 20% de fibras de cânhamo, que foi projetado para peças estruturais automotivas por processo de injeção. No que diz respeito às questões ambientais e à exaustão progressiva dos recursos fósseis, o NAFILean é uma resposta clara à tendência da indústria automotiva em direção a conceitos e biomateriais leves.

O NAFILean já foi incorporado com sucesso nos painéis das portas (Figura 10) do veículo 308 da Peugeot-Citroen, já que os 1,2kg do material proporcionaram uma redução 25% na massa. Posteriormente foi utilizado no painel do modelo 508, da mesma Peugeot-Citroen, que propiciou uma redução de massa de 1kg por veículo.

Também já fazem uso desta matéria-prima a FCA (Fiat Chrysler Automóveis), a Jaguar Land Rover e o Grupo Renault, incluindo Nissan e Mitsubishi.



Figura 10 - Painel de porta
Fonte: APM Planet, 2019

A Ford da China pesquisa o bambu, planta tradicional e abundante naquela região, como possível matéria-prima sustentável para a produção de componentes automotivos, já que o bambu é um material renovável, considerado um dos mais fortes e versáteis da natureza.

A montadora alemã Daimler Chrysler passou a utilizar fibra de banana abacá no desenvolvimento de seus veículos. Produto proveniente das Filipinas, esta fibra tem alto índice de resistência e é usada nas partes externas do automóvel, como na proteção inferior do compartimento do estepe do veículo Mercedes-Benz Classe A. Esta fibra (Figura 11) pode ser aplicada em substituição à fibra de vidro e tem ainda a vantagem de ser reciclável. O composto é misturado com termoplástico polipropileno e seu processo de produção economiza 60% de energia, além de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) na sua fase de fabricação (CASAS, 2010).



Figura 11 - Fibras de banana abacá
Fonte: Galus Australis, 2020

Além dos já mencionados, a Ford usa também o kenaf, uma planta da família do algodão, em revestimentos de porta de seus veículos. Bem como se utiliza do woodstock,

que é um composto de madeira triturada com polipropileno. Outra empresa que também faz uso deste mesmo material é a FCA, em Betim estado de Minas Gerais, na fabricação dos painéis de porta e tampa do porta-malas. Também nesta mesma montadora, os bancos dos veículos que saem da sua produção contêm 5% de espuma derivada da soja.

Os compósitos têm utilização principalmente em peças que exijam reforço estrutural, por exemplo o compartimento da roda estepe é composto de um termofixo poliéster reforçado com fibra de vidro ou na estrutura frontal da carroceria que é composta de poliamida com fibra de vidro e aço estrutural.

6. IMDS

O IMDS - *International Material Data System* (Sistema Internacional de Dados de Materiais) é um sistema baseado na internet para cadastro de materiais utilizados pela indústria automotiva para atender seus requisitos ambientais. Em 2000 foi aprovada a diretiva europeia ELV – *End-Of-Life Vehicles* (“fim de vida” dos veículos), que tem por objetivo reduzir os impactos ambientais causados pelos veículos no fim do seu ciclo de vida, através da coleta, reuso e reciclagem de seus componentes. Os principais objetivos da ELV é garantir que os fabricantes:

- I) aumentem o percentual de componentes recicláveis, e
- II) respeitem as aplicações e concentrações de materiais como chumbo, cromo hexavalente, cádmio e mercúrio.

Para tanto, percebeu-se a necessidade de levantar as informações sobre a composição química de cada material utilizado no veículo e em resposta à diretiva ELV, alguns fabricantes reuniram-se para criar um sistema único onde seus fornecedores cadastrassem os dados dos materiais de seus componentes.

O sistema funciona basicamente com o envio de informações em cadeia: cada fornecedor cadastra os materiais utilizados e os envia para seus clientes, até chegar ao cliente final – o fabricante do veículo. Dessa forma, cada peça tem uma planilha de dados de material e, portanto, tem-se a informação da quantidade de cada material que o veículo possui. Esse cadastro passou a ser requisito para a aprovação das peças e assim, o IMDS difundiu-se na cadeia automotiva e passou a ser utilizado por quase todas as empresas que trabalham com algum material agregado nos veículos.

7. PERSPECTIVAS

A indústria automotiva mundial caminha para produzir veículos com todos os componentes recicláveis ou biodegradáveis. A tecnologia para que o objetivo seja

alcançado encontra-se em plena fase de desenvolvimento e montadoras do mundo inteiro expõem suas melhores propostas em carros-conceito. Mesmo as marcas menores têm uma chance de crescimento graças à inovação, já que as melhores ideias podem partir de coisas tão simples e cotidianas quanto uma casca de banana, soja, coco, cana-de-açúcar, milho ou algas.

Além desse coquetel de frutas, grãos e leguminosas, outros produtos agrícolas equipam veículos automotores, como casca de arroz e palha de trigo. A Ford pesquisa em parceria com a Heinz, fabricante de ketchup, o uso da fibra de tomate para o desenvolvimento de um material alternativo ao plástico para a produção de suportes de fiação e porta-objetos (CNN BUSINESS, 2014), além de que está ampliando a lista de biomateriais pesquisados na fabricação de veículos, testando a cana-de-açúcar, o milho, o bambu, o dente-de-leão e as algas (REVISTA PLANETA, 2016). Outras possibilidades de utilização são as fibras e o caroço do açaí, pois apresentam comportamento térmico compatível com aplicações na indústria de materiais e automobilística. Deste modo, geram-se perspectivas para o emprego das fibras do açaí no desenvolvimento de novos materiais (MARTINS, et al., 2005; VALENÇA, et al., 2011).

A Waarmaker, um estúdio de design holandês em Amsterdã, apresentou em 2013 um conceito de scooter (Figura 12), denominado Bee, que usa compósitos naturais feitos de fibras vegetais, em vez dos tradicionais aço e plástico.



Figura 12 - Conceito de scooter fabricada em compósitos de fibras vegetais
Fonte: Waarmaker, 2013

O corpo da scooter é composto por fibra compactada de linho e bioresinas, além de cânhamo. O objetivo do projeto é mostrar que as estruturas de veículos de transporte podem ser substituídas por fibras naturais mais sustentáveis, sem perder força ou desempenho (WAARMAKER, 2013).

Também em 2013 em Paris, foi lançado o Grenelle do meio ambiente, que se trata de um fórum de discussão, onde foi lançado um desafio às indústrias automotivas para desenvolverem tecnologias e produzirem veículos consumindo apenas 2 litros de combustível a cada 100km. Tal desafio foi composto de três elementos: redução de massa, redução de perdas por atrito com melhoria aerodinâmica e otimização de motores. A Renault ampliou o desafio e partiu para conseguir um veículo que consumisse apenas 1 litro de combustível a cada 100km. O resultado foi o veículo híbrido Renault Eolab (Figura 13), com cerca de 900kg, ou seja, uma redução de 400kg em relação ao *hatch* equivalente. Este protótipo integra mais de cem inovações tecnológicas e apesar de tamanha eficiência não é simples a sua implementação imediata, pois necessário seria transformar toda a ferramenta industrial de chapa e aço em compósitos. Isto requer um investimento pesado nas linhas de produção e demanda muito tempo.



Figura 13 - Híbrido Renault Eolab
Fonte: Revue de Presse Renault, 2014

Em seu relatório de sustentabilidade de 2014, a Renault do Brasil apresenta que 2,4% da massa total de têxteis usados na fabricação dos veículos na sua fábrica em São José dos Pinhais são de fibras naturais, que correspondem a 25kg.

Importante ressaltar que ainda o desenvolvimento do uso das fibras naturais é muito incipiente em todo o mundo, porém segundo as previsões do professor Mohini Sain, da Universidade de Toronto no Canadá, em 2033 cerca de 50% dos materiais utilizados na fabricação dos carros serão feitos de fibras vegetais (O MUNDO EM MOVIMENTO, 2016).

A nível nacional temos um caso interessante de inovação que é o carro de plástico (Figura 14) apresentado em 2010 pela empresa Plascar sediada em Jundiaí, estado de São Paulo. Fornecedora tradicional de peças plásticas para a indústria automobilística. A Plascar apresentou um protótipo que reúne toda a tecnologia desenvolvida pela empresa e segundo ela própria anuncia, a resistência em investir em carros de plástico está nas montadoras, que

precisariam quebrar o ciclo de produção para se adaptar. Uma das vantagens do plástico está a leveza, que permite a produção de motores menores sem a perda de desempenho. Neste carro-conceito também pôde ser conferida a roda de polímero, que absorve de três a quatro vezes mais impacto que a de alumínio, bem como a estrutura é em plástico reforçado com fibras naturais e os carpetes de material de garrafas recicladas.



Figura 14 - Protótipo Plascat
Fonte: Jornal do carro, 2010

8. CONCLUSÃO

Baseado nas pesquisas, conclui-se que as indústrias automobilísticas estão na vanguarda da pesquisa e utilização de novos materiais e produtos, promovendo um rearranjo cultural e organizacional, integrando novas tecnologias surgidas com a globalização e o desenvolvimento tecnológico mundial. Há presentes iniciativas de grandes corporações no sentido de melhoria da eficiência energética e uso de materiais e produtos sustentáveis. Neste contexto, a utilização dos compósitos e das fibras vegetais tem uma participação significativa e crescente, pois além das exigentes legislações mundiais, o apelo da sociedade obriga as indústrias cada vez mais encontrarem alternativas para diminuir a emissão de poluentes e correspondente impacto ambiental. Assim as fibras vegetais e os compósitos são excelentes opções para a redução de massa dos meios de transporte visando atingir os objetivos da eficiência energética, aliando ainda quesitos de renovabilidade e desempenho físico-mecânico.

REFERÊNCIAS

ABGI. **Ebook-Rota 2030**. Disponível em: <https://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/noticias/glossario-de-conceitos-tecnicos-para-o-rota-2030/>. Acesso em: 24 nov 2019.

BLEDZKI, A.K.; GASSAN, J. **Composites Reinforced**

with Cellulose Based Fibres. Prog. Polym. Sci., v.24, p.221-274, 1999.

CASAS, G.R. **A biotecnologia a serviço da indústria automotiva**, 2010. Disponível em: <http://www.portal-domeioambiente.org.br/>. Acesso em 28 de novembro de 2019

CNN. **Business**. Disponível em: <https://money.cnn.com/2014/06/10/autos/ford-heinz/>, 2014. Acesso em: 25 nov 2019.

COELHO PIRES, J.S. **FIBRAS NATURAIS – Características químicas e potenciais aplicações**. Botucatu, 2009. 12 f. Trabalho de conclusão de curso de bacharel em Ciências Biológicas – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

DOU, **lei nº 13.755**. De 10 dezembro 2018. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13.755-de-10-de-dezembro-de-2018-167070058>, 2018. Acesso em 16 de novembro de 2019.

ERENO, D., **Revista Pesquisa FAPESP**. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/fibra-para-toda-obra/>, 2004. Acesso em 18 de novembro de 2019.

IMDS. **Information pages**. Disponível em: <https://public.mdsystem.com/en/web/imds-public-pages>. Acesso em: 23 nov 2019.

KLEBA, I.; ZABOLD, J. **Poliuretano com fibras naturais ganha espaço na indústria automotiva**, 2004.

KUMAR, R.; OBRAI, S.; SHARMA, A. **Chemical modifications of natural fiber for composite material**. Pelagia Research Library: Der Chemica Sinica, v.2 nº4 p.219- 228, 2011.

MANO, E. B; MENDES, L.C. **Introdução a Polímeros**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

MARROQUIM, S. **Uso da fibra de coco e látex na engenharia automotiva: memorial da Crina-Látex do Brasil**. Abreu e Lima: ABRACOCO, 1994.

MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; PESSOA, J. D. C. **Comportamento Térmico da Fibra de Açaí**. São Carlos: EMBRAPA, 2005.

MONTE, J. R. **Sacarificação da polpa celulósica do bagaço de cana-de-açúcar com celulasas e xilanasas de *Thermoascus aurantiacus***. Lorena, 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) - Universidade de São Paulo.

NATURAL FIBERS. **Why natural fibers?** Disponível em: <http://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/why-natural-fibres/en/>, 2009. Acesso em: 22 nov 2019.

O MUNDO EM MOVIMENTO. **Em busca da mobilidade sustentável**. Disponível em:

<https://omundoemovimento.blogosfera.uol.com.br/2016/08/10/em-busca-da-mobilidade-sustentavel/>, 2016. Acesso em: 25 nov 2019.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro - RJ, 2001.

RENAULT DO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade**. Disponível em: <http://instituto-renault.com.br/relatorio-sustentabilidade/index/>, 2014. Acesso em: 24 nov 2019.

REVISTA PLANETA. **Empresas Verdes**. Disponível em: <https://www.revistaplaneta.com.br/empresas-verdes/>, 2016. Acesso em: 29 nov 2019.

SILVA, R. et al. **Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos**. Química Nova, v.32, n°3, p.661-671, 2009.

TROMBETTA, E. **Utilização de Fibra Natural de Pinus (Serragem) como Reforço em Componentes Automotivos Compostos de Polipropileno**. Curitiba, 2010. 14 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná.

VALENÇA, P. M. A.; FROTA, C. A. **Misturas Areia – Asfalto com Fibra do Açaí e Resíduo da Construção Civil para a Cidade de Manaus**. T e C Amazônia, Ano 9, n. 21, 2011.

WAARMAKER, **Bee**. Disponível em: <https://www.waarmakers.nl/bee>, 2013. Acesso em 18 de novembro de 2019.

WEISS, D.C. **Estudo da *Luffa Cylindrica* em assento e encosto**. Curitiba, 2017. 36 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná.

AUTORES

ORCID 0000-0001-6763-8912

ILOR BRESSIANI JUNIOR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR - Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ilor.bressiani@gmail.com

ORCID 0000-0001-9697-9548

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email; andre.keinert@gpcquimica.com.br

ORCID 0000-0002-1452- 6885

ALESSANDRO ELLENBERGER, M.Sc. | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ellenberger@utfpr.edu.br

ORCID 0000-0002-5025-8582

UGO LEANDRO BELINI, PhD. | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ubelini@utfpr.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

JUNIOR, Ilor Bressiani; KEINERT, André Christian; ELLENBERGER, Alessandro; BELINI, Ugo Leandro. Fibras Vegetais E Compósitos Na Indústria Automotiva. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p.129-138, ago. 2020**. ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n4.129-138>.

DATA DE ENVIO: 29/04/2020

DATA DE ACEITE: 27/07/2020