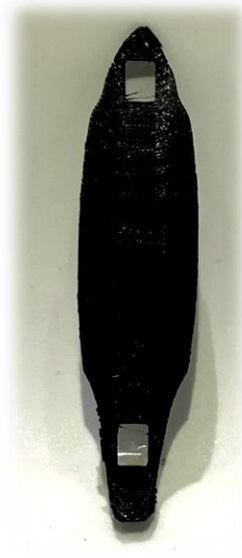




**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM DESIGN**

**LUCAS CANTAL DE SOUZA LIMA**

**METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE DESIGN DE MATERIAL (MDEMat)  
COMPÓSITO À BASE DE FIBRA DE COCO PARA VEÍCULO ESPORTIVO  
DE ALTA VELOCIDADE (SKATE)**



**FORTALEZA**

**2018**

LUCAS CANTAL DE SOUZA LIMA

**METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE DESIGN DE MATERIAL (MDEMat)  
COMPÓSITO À BASE DE FIBRA DE COCO PARA VEÍCULO ESPORTIVO DE  
ALTA VELOCIDADE (SKATE)**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Design da Universidade Federal do Ceará, como requisito à obtenção do título de Bacharel em Design.

Área de concentração: **Materiais e Processos.**

Orientador(a): Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nádia Khaled Zurba

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- L1m LIMA, LUCAS CANTAL DE SOUZA.  
METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE DESIGN DE MATERIAL (MDEMat) : COMPÓSITO À  
BASE DE FIBRA DE COCO PARA VEÍCULO ESPORTIVO DE ALTA VELOCIDADE (SKATE) /  
LUCAS CANTAL DE SOUZA LIMA. – 2018.  
43 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Profa. Dra. Nádia Khaled Zurba.
1. Materiais. 2. Metodologia de Design Experimental. 3. Skate. 4. Inovação. 5. Novas Tecnologias. I.  
Título.

CDD

---

LUCAS CANTAL DE SOUZA LIMA

**METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE DESIGN DE MATERIAL (MDEMat)  
COMPÓSITO À BASE DE FIBRA DE COCO PARA VEÍCULO ESPORTIVO DE  
ALTA VELOCIDADE (SKATE)**

Monografia apresentada ao Departamento de  
Arquitetura, Urbanismo e Design da  
Universidade Federal do Ceará, como requisito  
à obtenção do título de Bacharel em Design.

Área de concentração: Materiais e Processos.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_.

BANCA EXAMINADORA:

---

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Nádia Khaled Zurba (Orientadora)**  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

**Prof. Dr. Roberto Vieira (Membro)**  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

**Prof. Dr. Roberto Bezerra (Membro)**  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

**Prof. Dr. Luiz Soares Júnior (Membro)**  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais,

Arthur e Martha (*In Memoriam*).

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará, pela oportunidade de formação.

Ao Centro de Tecnologia, ao DAUD, ao Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), bem como à Central Analítica, pelo apoio e infraestrutura de pesquisa.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadia Khaled Zurba, pela excelente orientação.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Processo N.º 242941/2013-3), pela bolsa de estudos do Programa “*Ciência Sem Fronteiras (CsF)*”.

Aos professores participantes da banca examinadora pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Aos entrevistados, pelo tempo concedido nas entrevistas.

Aos colegas da turma de graduação, pelas reflexões, críticas e sugestões recebidas.

## RESUMO

O esquite, no censo comum, “*skate*” (em inglês), surgiu entre os anos de 1940 e 1950 nos Estados Unidos da América como uma alternativa ao surfe nos períodos em que a prática estava impossibilitada por questões naturais. Apesar dos mais de 70 anos de história, o skate não teve o mesmo avanço tecnológico que outros esportes que surgiram na mesma época, como o *snowboard*. O trabalho a seguir apresentará dados que mostram a importância do skate e o porquê de se investir no esporte afim de que, ao final do trabalho, possa-se entregar uma prancha para a prática do skate com um material até então não utilizado no esporte. Serão realizadas coletas de dados e materiais, testes laboratoriais, caracterização dos materiais, registros fotográficos, elaboração de desenhos CAD para que, por fim, possa-se produzir um protótipo capaz de superar as tecnologias presentes no mercado. Dessa forma, a tecnologia e a inovação em materiais serão utilizadas a favor dos praticantes do esporte para que eles tenham as suas necessidades assistidas.

**Palavras-chave:** Materiais; Metodologia de Design Experimental; Skate; Inovação; Novas Tecnologias.

## **ABSTRACT**

*The skateboard, in common sense, skate, it was born between the years of 1940 and 1950 in the United States of America as an alternative to surf when the natural conditions were not favorable to the practice. Even with more than 70 years of history, the skateboard did not have the same technologic improvements as the other sports that were born at the same time, such as snowboarding. The present work will show some data that is able to measure the importance of skateboard and why invest on the sport to, at the end of the work, deliver a skateboard deck with completely new material in the sport. Will be made a collection of data and of materials, lab tests, modification of materials, photographic registers and elaboration of CAD drawings to, at the end, produce a prototype able to overcome the nowadays technologies in the market. This way, the technology and the materials innovation will be used to assist all the necessities of the skateboarders.*

**Keywords:** *Materials; Skate; Experimental Design Methodology; Innovation; New Technologies.*



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Inauguração do “FoodPark” Kombination em Fortaleza.....	17
Figura 2	Prancha de skate desenvolvida com pupunha.....	20
Figura 3	Diferentes tipos de pranchas para prática do Skate Downhill.....	21
Figura 4	Skates produzidos em plástico pela Penny Boards.....	22
Figura 5	Corte transversal de um esqui de neve de alto desempenho.....	23
Figura 6	Esquema de classificação de compósitos.....	24
Figura 7	Esquema exemplifica a montagem de um compósito laminar.....	25
Figura 8	Folhas do Carvalho Canadense durante a primavera.....	26
Figura 9	Folhas do Carvalho Canadense durante o outono.....	27

Figura 10	Ilustrações presentes na patente US 20090179402 A1.....	28
Figura 11	Ilustrações presentes na patente US 20110206895 A1.....	29
Figura 12	Ilustrações presentes na patente US 20090121447 A1.....	30
Figura 13	Ilustrações presentes na patente US 6648363 B2.....	31
Figura 14	Ilustrações presentes na patente US 6386561 B1.....	32
Figura 15	Ilustrações presentes na patente US 7506880 B2.....	33

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
	<b>1.1. Relevância do Tema .....</b>	<b>14</b>
	<b>1.2. Justificativa .....</b>	<b>16</b>
	<b>1.3. Contextualização .....</b>	<b>18</b>
	<b>1.4. Problematização .....</b>	<b>19</b>
	<b>1.5. Objetivos .....</b>	<b>20</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>20</b>
	<b>2.1. Características gerais de pranchas de skate .....</b>	<b>20</b>
	<i>2.1.1.Formato: convenções técnicas .....</i>	<i>20</i>
	<i>2.1.2.Principais materiais utilizados .....</i>	<i>21</i>
	<b>2.2. Materiais compósitos laminados .....</b>	<b>22</b>
	<i>2.2.1.Definição de materiais compósitos .....</i>	<i>22</i>
	<i>2.2.2.Classificação dos materiais compósitos .....</i>	<i>23</i>
	<i>2.2.3.Compósitos laminares .....</i>	<i>24</i>
	<b>2.3. Madeira “Carvalho Canadense” .....</b>	<b>25</b>
	<i>2.3.1. Espécie “Liquidambar styraciflua” .....</i>	<i>25</i>
	<i>2.3.2.Características da madeira “Liquidambar styraciflua” .....</i>	<i>26</i>
	<b>2.4. Patentes relevantes .....</b>	<b>26</b>
<b>3.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>32</b>
	<b>3.1. Pesquisa na Universidade de Brunel .....</b>	<b>32</b>
	<b>3.2. Metodologia de Design Experimental de Materiais – MDEMat .....</b>	<b>32</b>
	<i>3.2.1.Etapas experimentais .....</i>	<i>32</i>
	<i>3.2.2.Materiais .....</i>	<i>33</i>
	<i>3.2.3.Infraestrutura .....</i>	<i>33</i>
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>33</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>34</b>

# 1. INTRODUÇÃO

---

## 1.1. Relevância do tema

**Esquete** é um esporte praticado com uma prancha pequena e estreita, com dois eixos de duas rodinhas, sobre a qual uma pessoa se equilibra, executando saltos e outras manobras. A prancha utilizada no esporte recebe o mesmo nome do esporte. O esquete, ou como é denominado popularmente pelo termo em inglês, “*skate*”, não é considerado apenas um esporte, mas também um estilo de vida, uma cultura e uma forma de arte, em que os praticantes fazem questão de não tratá-lo simplesmente como um esporte.

De acordo com um dos *Personal Trainers* mais conhecidos do mundo, Samir Becic, o skate, apesar de radical e arriscado, pode trazer benefícios à saúde dos praticantes [1], por promover:

- aumento da flexibilidade e do equilíbrio oferecidos por um exercício físico onde todo o corpo trabalha em conjunto;
- aumento da resistência do praticante; e
- aumento da coordenação motora, queima de calorias e alívio do estresse.

A história do skate é bastante controversa ainda nos dias de hoje e a primeira pergunta que surge quanto a invenção do esporte é: **quem inventou o skate?** A resposta não é concreta e há autores com diversas opiniões divergentes sobre a criação do esporte. No livro “*The Concrete Wave: the history of skateboarding*” [2], do autor Michael Brooke, ele comenta a aparição de um veículo do tipo patinete que se assemelha aos primeiros skates no começo do século XX e afirma que os primeiros skates comerciais chegaram ao mercado no ano de 1959.

Um consenso na história do skate, de acordo com as publicações [2] e “*The Answer is Never: A Skateboarder's History of the World*” [3], do autor Jocko Weyland, é de que ele surgiu como uma alternativa ao surfe, no período em que não haviam ondas suficientemente boas para a prática do esporte. O esporte ainda não era visto como skate e sim como surfe nas calçadas e isso aconteceu na Califórnia entre os anos de 1950 e 1960.

A indústria do skate movimenta cerca de milhões de dólares anuais, de acordo com um artigo publicado pelo jornal americano *The New York Times*, de 2010. Tal indústria vale 5 bilhões de dólares [4], sendo cerca de R\$ 1 bilhão em vendas somente no Brasil, em consonância à estimativa do SEBRAE [5]. Em pesquisa encomendada ao Instituto Datafolha,

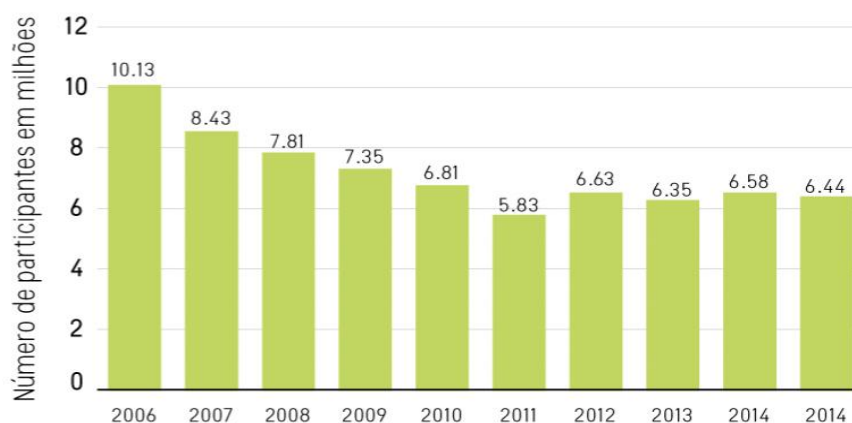
em 2009, o número de skatistas no Brasil já bate o equivalente a população de países inteiros, como o vizinho, Uruguai, conforme o descrito a seguir [6]:

*“O Brasil tem hoje, 3.863.981 de skatistas. O número foi apurado pelo Instituto Datafolha, encomendado pela Confederação Brasileira de Skate em parceria com algumas empresas. É um volume expressivo, comparável com populações de países inteiros, como o Uruguai (3.399.237 de pessoas). Uma das utilidades desse número, é mostrar ao poder público a quantidade de skatistas espalhados pelo território nacional e a escassez de pistas para atender a demanda dos praticantes. Há uma necessidade urgente de construir locais apropriados para a prática do skate, levando em conta a diversidade de modalidades e suas categorias” (FEDERAÇÃO GAÚCHA DE SKATE, 2011)[6].*

De acordo com a declaração da Federação Internacional de Skate, integrada à organização World Skate [7], o **skate acaba de ingressar como esporte olímpico nos Jogos Olímpicos de 2020**, em Tóquio, Japão. Essa decisão reconhece o crescimento da popularidade do esporte no mundo e vê essa possibilidade como uma grande ajuda aos atletas e fãs do esporte. A cultura do skate foi impulsionada mais uma vez no ano de 2009 com a fundação do “*Hall da Fama do Skate*” e o “*Museu do Skate*”, na Califórnia. Os atletas quem incluem o Hall da Fama são indicados pela Associação Internacional de Companhias do Skate (AICS) e um dos nomes que constam no hall é o de Tony Hawks que é avaliado em mais de 120 milhões de dólares, sendo o skatista mais valioso da história [8].

Segundo o portal de estatísticas americano Statista [9], o número de participantes no esporte no mundo caiu em torno de 3.5 milhões de praticantes de 2006 até 2015 (**Figura 1**). Naquele período, a prática do esporte por crianças e adolescentes decaiu, enquanto o número de adultos praticantes do esporte aumentou. Em 2014, o estado americano da Califórnia se mostrou o mais apropriado para a prática do esporte nos Estados Unidos, devido ao número de parques para skates em relação a sua população.

**Figura 1** – Número de skatistas (em milhões), nos anos de 2006 a 2014.



(Fonte: adaptado de The Statista [9]).

## 2.2. Motivação e antecedentes da pesquisa na University of Brunel London

Da consolidação de conhecimentos adquiridos no âmbito do módulo de disciplinas “*Materiais e Processos*” do Departamento de Engenharia Mecânica da UFC, somada à condição de usuário praticante do esporte desde 2011, teve início a inquietação sobre o uso de novos materiais na construção de pranchas de skate. Dúvidas em relação aos materiais e o porquê de se manter, sempre, a madeira como principal matéria-prima compreenderam a motivação pessoal para a pesquisa sobre a construção de pranchas de skate.

Os antecedentes da pesquisa compreendem o período de junho de 2014 a agosto de 2015, durante o intercâmbio internacional realizado na ‘*University of Brunel London – UBL*’, no campus de Londres, Inglaterra. A Graduação Sanduíche no Exterior (em inglês, “*Sandwich Graduation – SWG*”) foi contemplada com Bolsa do Programa “*Ciência Sem Fronteiras (CsF)*”, de Processo N.º 242941/2013-3, sob o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. Tal intercâmbio (15 meses) possibilitou um intenso aprendizado, em disciplinas cursadas ao nível de ‘*Undergraduation Degree*’, totalizando a efetivação de 100 créditos curriculares (1000 horas-aula) da UBL à UFC.

Assim, a primeira proposta de Projeto de Verão (“*Summer Project*”) sobre o tema surgiu na University of Brunel London. Aquela proposta tinha por objetivo apresentar três materiais diferentes capazes de serem utilizados na fabricação das pranchas de skate, em substituição à madeira, e um quarto material artificial que poderia ser criado, sob supervisão do Prof. Dr. Yameng Xu. Contudo, devido ao retorno antecipado ao Brasil, a pesquisa não pode ser concluída naquele período.

Desde então, no Brasil, dada a possibilidade de continuidade ao referido projeto no tema, tendo em vista a elaboração de Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), houve extensa busca por documentação teórica sobre a fabricação de pranchas de skate. A presente proposta, portanto, trata de uma continuidade aos estudos iniciados na UBL, na área de Materiais e Processos, como projeto adaptado à prática do skate em Fortaleza, Brasil.

De partida, percebeu-se que há pouco interesse da indústria em catalogar e publicar academicamente os processos de produção e os materiais utilizados na confecção das pranchas de skate. Embora exista um grande número de patentes sobre a confecção das pranchas de skate no mercado, entretanto, as grandes marcas fabricantes, que movimentam milhões de dólares, muitas vezes não publicam suas soluções. Assim, o trabalho ampliou o espectro de pesquisa em relação a outros esportes com prancha, tais como o surfe, snowboard e kitesurf.

### 1.3. Justificativa

Apesar do alto investimento no ramo de produção do skate nos dias de hoje, diversos esportes de prancha, tais como o surfe, kiteboarding, snowboarding e esqui, estão à frente em relação ao uso da tecnologia nas pranchas para a prática do esporte. Por tratar-se não somente de um esporte e sim de um estilo de vida ou cultura, o skate tem certa dificuldade em mesclar a rebeldia e o não cumprimento das regras do movimento punk presente no skate aos avanços tecnológicos da indústria. A influência da prática esportiva no comportamento dos praticantes também pode ser compreendida através do seguinte relato [10]:

*“O grito das ruas do skate surgiu na Califórnia no final da década de 1970, provavelmente por meio do skatista Steve Olson, segundo o blog Skate 4 Life, que lembra que em 1978, Olson subiu ao palco para receber o prêmio de Skatista do Ano da revista americana Skateboarder, e o rapaz de cabelos espetados, em vez de fazer um discurso, cuspiu na cara das pessoas da primeira fila” (Paulo Anshowinhas, 2013) [10].*

O snowboard data o mesmo período de criação do skate e com um mesmo propósito de substituir o surfe, em um período em que a prática era impossibilitada por viagens de inverno ou ausência de ondas, todavia a tecnologia utilizada nos snowboards é, hoje, a mais avançada na prática de esportes de prancha.

Devido ao enorme crescimento tecnológico da indústria do snowboard, empresas antes fabricantes apenas de snowboards, decidem aplicar os avanços tecnológicos da indústria do snowboard na confecção de pranchas para outros esportes como o skate e o surfe. Esse é o caso da empresa Lib Tech fundada em 1988 por Mike Olson e Pete Saari nos Estados Unidos da América. A Lib Tech é uma empresa voltada para o snowboard que passa a atuar nos mercados de surfe e skate graças às novas tecnologias adquiridas na produção de snowboards, conforme o descrito a seguir [11]:

*“Nossa equipe vive o skate e a construção de pranchas. Nós aplicamos nossos 30 anos de experiência em compósitos aeroespaciais de snowboards em construir um skate melhor. Lib Tech EXO-SKELETON dura mais tempo, tem mais pop, seguram seus pops e são construídos usando um processo amigo do meio ambiente e materiais sustentáveis. Tecnicamente mais resistente e mais agradável ao meio ambiente” (Lib Tech, 2014) [11].*

O skate passou por períodos difíceis em relação a sua popularidade, passando por auge e quedas. A maioria dessas quedas de popularidade estão relacionados a falta de incentivo por parte da indústria em apoiar atletas, proporcionar materiais de qualidade e a ausência de locais adequados para a prática do esporte. É necessário que a indústria do skate não relaxe e continue a buscar melhorias para que o esporte mantenha a sua popularidade.

Na literatura, a obra “*The concrete wave: the history of skateboarding*” (Warwick Pub., 1999) ajuda a reforçar a justificativa de estudos no tema [2], conforme descrito a seguir:

*“Diferentemente de muitos esportes, o skate sofreu rigorosos altos e baixos na sua popularidade. Existiram diversas razões para o padrão de aumento e queda: nos anos de 1960, a primeira explosão do skate foi grande, mas os produtores não foram capazes de suprir a demanda, deixando de melhorar o produto. Como resultado, skatistas se confrontaram com uma tecnologia pobre (isso é, rodas de argila) e preocupações quanto a segurança. Nos anos de 1970, a introdução a rodas de uretano elevou o esporte outra vez, mas no fim da década, os problemas de deficiência nos parques de skate e a proliferação do ciclismo em BMX e do patins causaram outra quebra” (Brooke, Michael. The concrete wave: the history of skateboarding. Warwick Pub., 1999) [2].*

Apesar das características “*underground*” e de contracultura, o skate tem se mostrado um esporte caro e de difícil acesso para a população menos favorecida economicamente. Em pesquisa realizada em 2014, um skate custava 59,00 dólares e um tênis apropriado para a prática do esporte variava de 50,00 a 100,00 dólares, tornando-o um esporte caro pela curta vida útil dos equipamentos. Apesar do alto valor dos produtos direcionados a prática do esporte, o lucro dos revendedores não é elevado. Segundo o expert em Marketing, Brandon Gaille, o dono de uma loja de skate obtêm apenas 30 mil dólares de lucro ao vender em torno de 475 mil dólares em produtos.

Com o design de novos materiais para as pranchas de skate, problemas como o alto custo das pranchas e a má qualidade de materiais utilizados na construção de skate serão solucionados afim de que o esporte possa ter o seu crescimento assegurado e os atletas tenham suas performance otimizadas graças aos avanços tecnológicos.

### **1.3. Contextualização**

A cidade de Fortaleza é a quinta mais populosa capital do Brasil com mais de 2 milhões e 500 mil habitantes onde uma das principais fontes de renda é o turismo. Turistas são atraídos pelas belas praias e esportistas ficam encantados com as boas condições para a prática de esportes na capital. Os ventos fortes atraem modalidades como o kitesurfing e o windsurfing, enquanto a pouca incidência de chuvas estimula a prática do skate em locais abertos durante todo o ano.

Desde 2010, a capital cearense vem recebendo grandes eventos de Skate como o mundial de skate WCS. A criação de novas pistas para a prática do esporte é o principal motivo do crescimento do skate na capital (**Figura 2**). Em 2014, o maior evento de skate vertical veio para Fortaleza e trouxe os maiores nomes do esporte no Brasil ao estado. Sandro



Dias, o “Mineirinho” além de competir no evento foi responsável por inaugurar a maior pista de skate no estado ainda no ano de 2014.

Segundo o jornal Tribuna do Ceará, a capital conta com mais de 23 pistas para a prática do esporte [12]. Entretanto, muitas delas sofrem com a falta de manutenção por meio das entidades responsáveis como o Governo do Estado do Ceará e a Prefeitura de Fortaleza. A pista mais antiga da cidade, construída em 1980 no maior ponto turístico da cidade, a orla conhecida como Beira-Mar, foi, durante anos, negligenciada por órgãos públicos tornando-se foco para depósito de entulhos e, conseqüentemente, proliferação de mosquitos transmissores de doenças como Dengue e o Zika Vírus. No ano de 2016 a pista foi demolida e com ela grande parte da história do skate cearense enterrada.

**Figura 2** – Praticante de skate na pista do Dragão do Mar, em Fortaleza.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A cidade conta com diversas lojas especializadas na venda de materiais para a prática do skate. Essas lojas são, na maioria das vezes, as responsáveis pela organização de campeonatos e eventos relacionados ao esporte. Inclusive o atleta cearense amador, Lucas Rabelo, conseguiu alcançar o segundo lugar mais alto no pódio no campeonato amador mais importante do mundo, o Dam Am que aconteceu em abril na cidade de Santos em São Paulo.

#### **1.4. Problematização**

A utilização de novas tecnologias na produção de pranchas de skate visa a potencialização do desempenho daqueles que venham a adquirir o produto. O material utilizado na prancha de skate tem reflexo evidente na performance do atleta que está utilizando a prancha. Hoje, as pranchas de skate têm alguns critérios que devem ser atingidos para a sua fabricação, tais como: leveza; resistência; e impermeabilidade.

O material que melhor supre essas necessidades atualmente é um compósito laminar formado por folhas de Carvalho Canadense. O material tem suprido as necessidades dos usuários todavia a limitação geográfica de produção do material faz com que o valor do produto seja extremamente elevado em determinadas regiões do mundo. Dessa forma é necessária a busca por alternativas que sejam capazes de substituir o Carvalho Canadense em determinadas regiões do mundo.

A leveza aliada a resistência é um critério de extrema importância na confecção de pranchas de skate pois para a execução de diversas manobras esportivas é necessário que a prancha vá ao ar, requerendo um material leve para que a prancha saia do chão com facilidade e que seja resistente no momento da aterrissagem em que o usuário estará sobre a prancha. Existe enorme dificuldade em aliar esses dois pontos, de forma satisfatória, pois com a utilização de compósitos laminares, quanto maior número de folhas, mais resistente e pesada se torna a prancha.

Segundo a Confederação Brasileira de Skate – CBSKT, o skate conta com 11 modalidades catalogadas, cujas pranchas devem satisfazer as respectivas especificações [13]. O contato do atleta com a prancha específica é um dos fatores capazes de potencializar o desempenho, de forma segura. Devidos aos grandes impactos osteomusculares sofridos pelos atletas, as pranchas devem, ainda, ser capazes de propiciar a experiência mais segura possível.

Popularmente, as pranchas de skate são construídas com compósitos laminares, cujas folhas são feitas de madeiras não-reflorestadas, coladas, através de resina epóxi, dificultando sua reciclagem e agredindo o meio ambiente. Segundo o designer de produto brasileiro, Renan Lazzarotti, cerca de 80 mil pranchas de madeira são descartadas em aterros sanitários anualmente, somente na cidade de São Paulo. Esse valor caracteriza a curta vida útil das pranchas e leva a questionamentos com o que pode ser feito com o material descartado. Em projeto chamado RL, o designer passa a reutilizar e ressignificar os skates descartados criando novos produtos como banquetas, tábuas de cozinha e novas pranchas de skate [14-19].

A partir das diversas considerações anteriores, alguns questionamentos ajudam a compreender melhor a definição do problema geral de pesquisa e de projeto de design com materiais:

- **Como aperfeiçoar a experiência do usuário com o produto em profissionais ou amadores e, assim, incrementar a prática do skate? Quais os fatores ergonômicos capazes de otimizar a prática do esporte pelo usuário, minimizando os riscos e evitando o surgimento de lesões? Como aumentar a vida útil do material das pranchas de skate, sem implicar em aumento dos custos ou perda da resistência? Como obter um material compósito que possa ser aplicado em pranchas, que seja tecnologicamente e comercialmente viável e sustentável?**

## 1.5. Objetivos

Este trabalho tem por objetivo propor uma **Metodologia Experimental de Design de Materiais (MDEMat)** para o desenvolvimento de novas soluções integradas aplicáveis no design do material e do produto, visando sua aplicação na composição de pranchas de skate. Busca-se, assim, atender às necessidades de mercado quanto aos requisitos projetuais de desempenho da prática esportiva, considerando a relação entre peso e resistência, distribuição geográfica do material, descarte no meio ambiente, fatores ergonômicos e custos finais.

Mais especificamente, o trabalho visa atingir os seguintes objetivos específicos:

- estudar as **características técnicas gerais das pranchas de skate**, incluindo o material padrão utilizado (*e.g.* madeira “*Carvalho Canadense*”), que sirvam de base para a elaboração de novas soluções de fabricação de pranchas de skate;
- aplicar a metodologia MDEMat, buscando identificar **requisitos dos usuários** de skate que contribuam para a prática projetual de design de novos produtos veículos esportivos, através da elaboração e aplicação de formulários com praticantes;
- efetuar o design de um **novo material compósito para a fabricação de pranchas de skate** combinar o uso de diferentes materiais afim de beneficiar o usuário na prática do esporte e no desenvolvimento do esporte bem como analisar a microestrutura obtida através de microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- elaborar uma proposta de solução integrada de **design de novo produto skate**, assumindo como requisitos essenciais o material constituinte da prancha, o **processo de fabricação** e a **ergonomia** do usuário.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

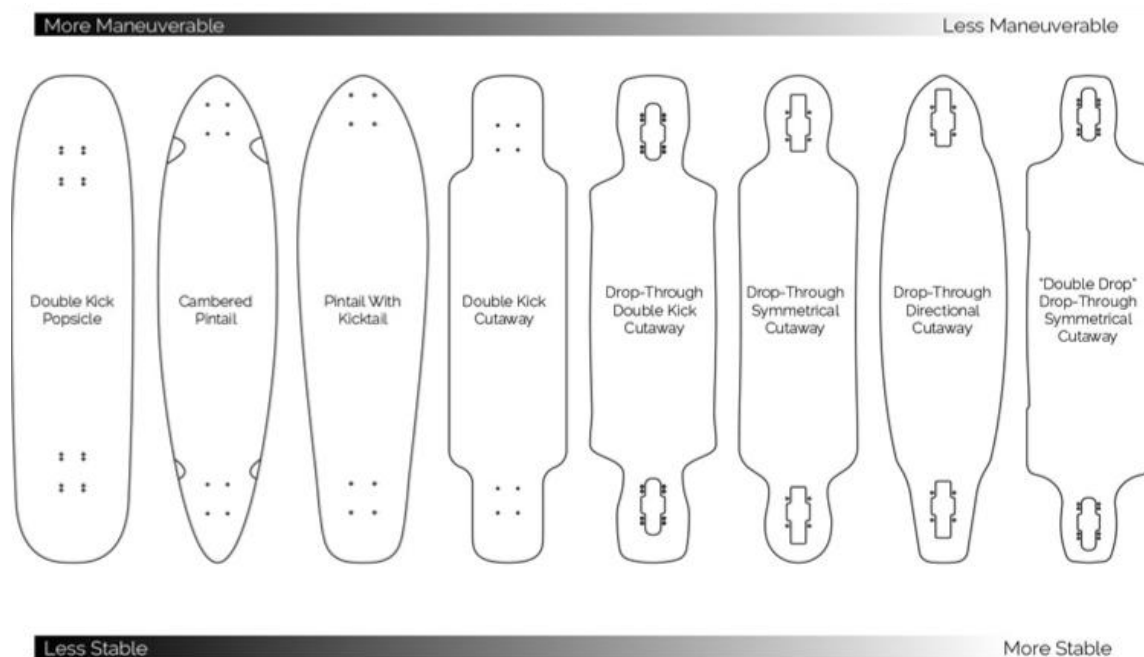
### 2.1. Características gerais de pranchas de skate

Neste tópico, as principais características de pranchas de skate, tais como as convenções técnicas de formato (item 2.1.1) e materiais utilizados (item 2.1.2) são descritas a seguir, de modo a facilitar a prática projetual a partir de características usualmente utilizadas.

#### 2.1.1. Formato: convenções técnicas

Dentre as 11 modalidades catalogadas pela Confederação Brasileira de Skate – CBSKT [13], o trabalho está focado nas convenções técnicas destinadas a prática do Skate Downhill ou Skate de Ladeira. Na prática do Skate Downhill, as pranchas são maiores do que em outras modalidades como, Skate de Rua e Skate Vertical. Em pesquisa de campo realizada, as pranchas apresentam um comprimento variando entre 863,6 mm e 1016 mm, com uma distância entre-eixos de 457,2 mm a 762 mm. A largura costuma variar entre 228,6 mm e 254 mm, podendo ser diferente em determinadas partes da prancha. O peso costuma variar de acordo com o tamanho, indo de 1,1 kg até um máximo de 3 kg. A **Figura 3** ilustra alguns formatos e soluções conhecidas no estado da técnica que contribuem para maior manobrabilidade (termo citado em inglês, “*maneuverable*”) e estabilidade da prancha [20].

**Figura 3** – Diferentes tipos de pranchas para a prática do Skate Downhill.



Fonte: <https://dblongboards.com/Freeride-Downhill-longboard-Buyers-Guide> [20].

### 2.1.2. Principais materiais utilizados

Segundo pesquisa realizada em lojas on-line e físicas, não há uma variedade muito grande na escolha dos materiais utilizados na fabricação das pranchas de skate. No exterior, o material mais utilizado na confecção de pranchas de skate é a madeira Carvalho Canadense, podendo ser combinada com fibra de vidro ou fibra de carbono [14-21].

Na indústria nacional, o material mais utilizado é a madeira Marfim que também pode ser combinada com fibra de vidro ou fibra de carbono. Outros materiais são utilizados, a exemplo de um compósito à base de compensado de pupunha [21], fibras naturais e polipropileno com bambu orgânico (**Figura 4**), cuja linguagem de design remete à uma folha.

Existem alguns skates ainda produzidos em plástico que funcionam apenas como meio de transporte, fugindo da área do esporte. A principal produtora dos skates de plástico, Penny Boards, diz utilizar uma formula secreta para a confecção das pranchas de skate que é capaz de resistir ao peso de um carro sobre a prancha (**Figura 5**).

**Figura 4** – Prancha de skate desenvolvida com pupunha [21].



Fonte: [http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/Apresentacoes/ap\(20\).pdf](http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/Apresentacoes/ap(20).pdf).

**Figura 5** – Skates produzidos em plástico pela Penny Boards.



Fonte: pennyboards.com (2016) [22].

## 2.2. Materiais compósitos

Neste tópico, a definição de materiais compósitos (item 2.2.1), sua classificação (item 2.2.2) e algumas considerações sobre sua estrutura de compósito laminar (item 2.2.3) são apresentadas a seguir, no intuito de melhor conhecer o material de base a ser experimentado.

### 2.2.1. Definição de materiais compósitos

De uma maneira geral, **materiais compósitos** podem-se considerar como sendo quaisquer materiais multifásicos que exibam uma proporção relevante das propriedades de ambas as fases que os constituem, afim de que uma melhor combinação de propriedades seja obtida (CALLISTER, 2002) [23]. Os materiais compósitos vêm sendo estudados afim de projetar materiais que possuam combinações de propriedades superiores do que as encontradas em ligas metálicas, cerâmicas e polímeros.

Além da produção artificial de compósitos, existe a incidência dos mesmos na natureza, como na madeira e nos ossos. No caso da **madeira**, um compósito polimérico natural, ela é constituída por **fibras de celulose** revestidas por um material mais rígido chamado de **lignina**.



Segundo Callister (2002), a seguinte definição pode ser utilizada [23]:

*“Um compósito, no presente contexto, consiste em um material multifásico feito artificialmente, em contraste com um material que ocorre ou se forma naturalmente. Além disso, as fases constituintes devem ser quimicamente diferentes e devem estar separadas por uma interface distinta. Dessa forma, a maioria das ligas metálicas, além de muitos materiais cerâmicos, não se enquadra nessa definição, pois as suas múltiplas fases são formadas como consequência de fenômenos naturais”* (CALLISTER, William. Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução. Grupo Gen-LTC, 2000).

Grande parte dos materiais compósitos é composta por apenas duas fases, uma é chamada de **fase matriz**, que é contínua e responsável por revestir a outra fase, chamada de **fase dispersa**. As propriedades dos compósitos são o resultado da combinação das suas fases constituintes, das quantidades relativas e da geometria da fase dispersa [23].

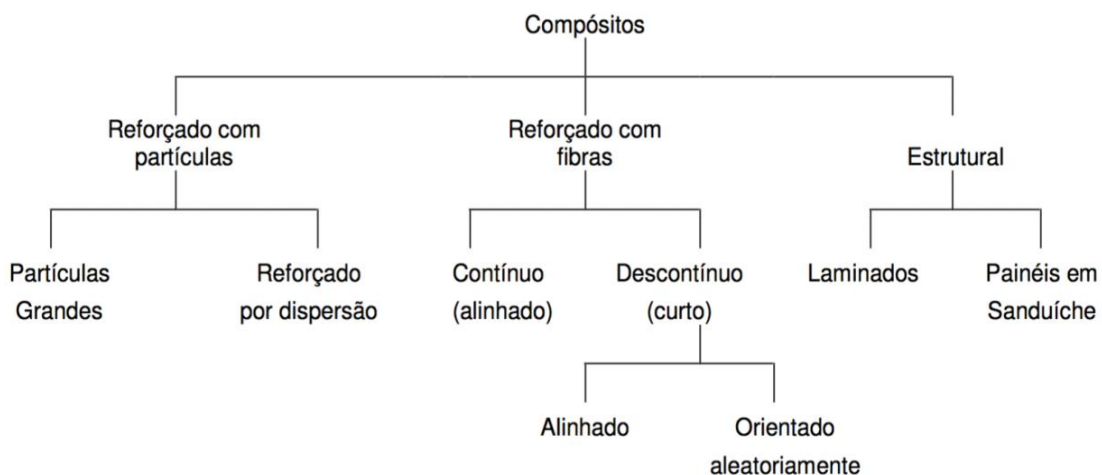
### 2.2.2. Classificação de materiais compósitos

Segundo Callister (2002), os compósitos podem ser divididos em 3 principais tipos:

- compósitos reforçados com partículas;
- compósitos reforçados com fibras;
- compósitos estruturais;

cabendo, ainda, pelo menos outras duas subdivisões a estas classes (**Figura 6**).

**Figura 6** – Esquema de classificação de materiais compósitos [23].



Fonte: Callister, 2002, p.360 [23].

Para os compósitos reforçados com partículas, a fase dispersa tem eixos iguais; para os compósitos reforçados com fibras, a geometria de uma fibra é existente na fase dispersa. Já nos compósitos estruturais, uma combinação de compósitos e materiais homogêneos existe.

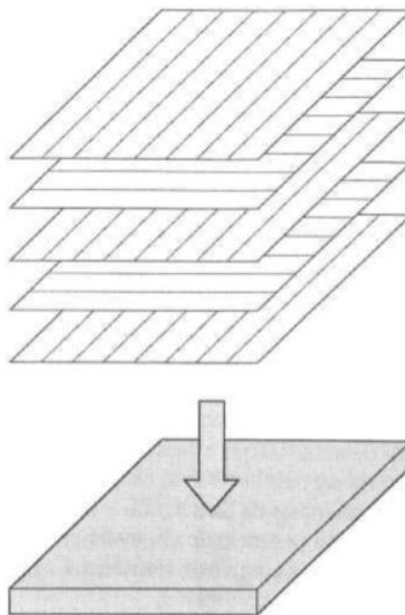
### 2.2.3. Compósitos laminares

Na fabricação de pranchas de skate, em sua maioria, são utilizados **compósitos laminares** como matéria prima para a sua construção. Por exemplo, nas pranchas de skate, por exemplo, lâminas ou folhas de madeira são reforçadas por folhas de fibra de vidro contínuas e alinhadas, garantindo a resistência do produto.

Segundo Callister (2002), a seguinte definição de um **compósito laminar** pode ser adotada, cuja montagem pode ser realizada conforme a **Figura 7** [23]:

*“Um compósito laminar é composto por folhas ou painéis bidimensionais que possuem uma direção preferencial de alta resistência, tal como encontrado na madeira e em plásticos reforçados com fibras contínuas e alinhadas. As camadas são empilhadas e subsequentemente cimentadas umas às outras, de modo tal que a orientação da direção de alta resistência varia de acordo com cada camada sucessiva. Por exemplo, as folhas sucessivas de madeira na madeira compensada são alinhadas com as direções dos grãos em ângulos retos umas com as outras. Os laminados também podem ser construídos empregando-se materiais na forma de tecido, tais como o algodão, o papel, ou fibras de vidro trançadas, os quais são inseridos no interior de uma matriz de plástico. Dessa forma, um compósito laminar possui uma resistência relativamente alta em uma diversidade de direções no plano bidimensional; entretanto, a resistência em qualquer direção específica é, obviamente, menor do que aquela que existiria se todas as fibras estivessem orientadas naquela direção”* (CALLISTER, William. Ciência E Engenharia de Materiais: Uma Introdução. Grupo Gen-LTC, 2002).

**Figura 7** – Esquema de montagem de um compósito laminar .

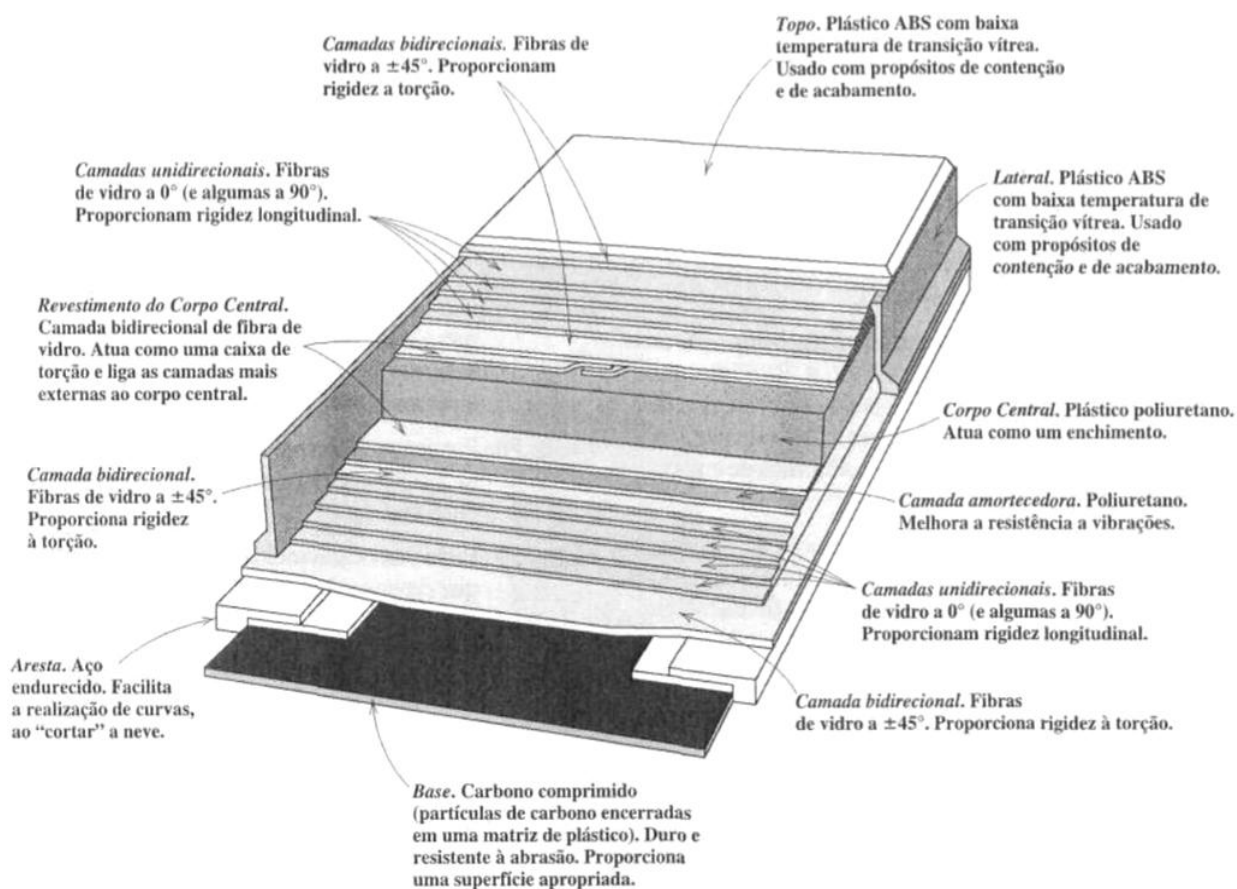


Fonte: Callister, 2002, p.380 [23].



A grande maioria das empresas que fabricam pranchas de skate sejam elas nacionais ou internacionais, utilizam compósitos laminados formados por materiais distintos, podendo combinar madeiras com fibras. Nesse método, folhas de madeira são empilhadas em ordem e coladas com cola epóxi, na maioria dos casos. No caso de pranchas de esqui, o compósito laminar também é utilizado (**Figura 8**) [23].

**Figura 8** – Corte transversal de um esqui de neve de alto desempenho [23].



Fonte: Callister, 2002, p 358 [23].

### 2.3. Madeira Carvalho Canadense: espécie "*Liquidambar styraciflua*"

O Carvalho Canadense é uma madeira da família das *Hamamelidaceae* e tem sua origem na América do Norte e Central. É uma espécie arbórea, folhosa e de ampla distribuição comercial (**Figura 9**). A espécie é capaz de se desenvolver em solos úmidos, onde a maioria das espécies arbóreas não teria êxito.

O nome científico da espécie é “*Liquidambar styraciflua L.*”, descrito a seguir [24]:

“O liquidambar (*Liquidambar styraciflua L.*) é uma espécie arbórea, folhosa, de ampla distribuição natural no sul e sudeste dos Estados Unidos (estendendo-se desde Connecticut, em direção ao oeste, até o leste do Texas e desde as partes sul de Ohio, Indiana e Illinois para o sul até a região central da Flórida), estendendo-se, também, para o México e a América Central” (KORMANIK, 1990) [24].

Atualmente, o Carvalho Canadense (em inglês, “*Canadian Maple*”) é o material mais utilizado na construção de pranchas de skate no mundo, por atender da melhor forma as necessidades das pranchas, tais como a alta durabilidade, resistência mecânica e baixo peso. Na fabricação das pranchas de skate, lâminas da madeira são coladas, na maioria das vezes, com cola epóxi e revestidas com cera para a impermeabilização. Apesar de ser amplamente utilizado, o mesmo está limitado geograficamente em determinadas regiões do mundo [25], encarecendo os produtos que dependem do material para sua fabricação. Esta madeira possui elevado valor comercial e além da sua utilização na construção de pranchas de skate, o Carvalho Canadense é indicado para diversos usos, como matéria-prima fonte de celulose, madeira para móveis e embalagens, instrumentos musicais e produção de lâminas de compensado, podendo ser comercializado com o nome de “*Nogueira Acetinada*”.

**Figura 9** - Folhas do Carvalho Canadense.



Fonte: [serralves.ubriprism.pt](http://serralves.ubriprism.pt) (2014) [25].

## 2.4. Fibra de Coco

Presente em mais de 80 países, a planta **Coqueiro** (*Cocos nucifera L*) consiste em uma palmeira perene de origem asiática, constituída de uma única espécie e dividida em três grupos: (i) gigante; (ii) intermediário (híbridos) e (iii) anão. Foi introduzida no Brasil pelos portugueses e é considerada uma das árvores mais importantes do mundo, utilizada na produção de diversos produtos e subprodutos. (FERREIRA et al,1998) [26].

O **fruto do coqueiro, o Coco**, é botanicamente uma drupa fibrosa. A semente é envolvida pelo endocarpo, que é constituído por uma camada de cor marrom chamada tegumento, localizado entre o endocarpo e o albúmem. O albúmem sólido, a copra é uma camada branca, carnosa e muito oleosa, formando uma grande cavidade onde fica o albúmem líquido, a água de Coco, considerada um isotônico natural. Próximo a um dos orifícios do endocarpo e envolvido pelo albúmem sólido está o embrião (BITENCOURT, 2008) [27].

Conforme os autores MARTINS e JESUS JÚNIOR (2011), o consumo do Coco vem avançando no Brasil, tendo o país saltado da 10<sup>o</sup> posição no ranking mundial, em 1990, com uma produção ao redor dos 477 mil toneladas de Coco para a 4<sup>a</sup> posição em 2010 onde foram produzidas aproximadamente 2,8 milhões de toneladas [28].

A **fibra de Coco** e o **pó da casca de Coco verde** podem ser utilizados na confecção de materiais, produtos e artesanato, compondo uma massa moldável. Segundo a EMBRAPA [29], a fibra pode ser usada na agricultura, indústria e construção civil, como alternativa ao uso de fibras sintéticas ou fibras de vidro. Como fibras naturais, conferem propriedades de materiais poliméricos, como boa rigidez dielétrica, melhor resistência ao impacto e características de isolamento térmico e acústico.

Existem projetos para a **utilização da fibra de Coco** [29-34], tais como carga para o PET, podendo gerar materiais plásticos com propriedades diferenciadas e contribuindo para a resolução de problemas ambientais, ou seja, reduzindo o tempo de decomposição do plástico. A indústria da borracha é receptora na confecção de solados de calçados, encostos e bancos de carros. Utilizada há décadas, contribuem para reduzir níveis sonoros, útil na solução de problemas na área acústica. Possuem potencial na confecção de vasos, placas e bastões para o cultivo de espécies vegetais, e substituírem os tradicionais à base de barro, cimento e plástico.

Contudo, o descarte incorreto do Coco no meio ambiente pode levar a problemas de saúde pública, gerado por: proliferação de vetores, reprodução desordenada de animais nocivos à saúde das pessoas, ocupação de grandes áreas nos aterros sanitários, produção de gases e contaminação do solo [31].

Conforme publicado no Jornal Diário do Nordeste (**Figura 10**) [34], reporta-se, ainda:

*“a casca do Coco verde contribui para o esgotamento precoce dos aterros sanitários, mas pode ser aproveitada de diversas maneiras. As cascas do Coco verde correspondem a 80% do peso bruto do fruto. No entanto, ao contrário das cascas de Coco seco, que são utilizadas tradicionalmente para a produção de pó e fibra, o resíduo do Coco verde é descartado. Disposto em aterros e lixões, contribui para a aceleração do esgotamento da capacidade de acumulação por causa do grande volume.”*

**Figura 10** – Descarte indevido de Coco na orla de Fortaleza.



Fonte: Jornal Diário do Nordeste (2013) [34].

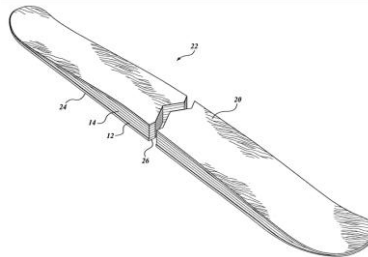
## 2.5. Patentes relevantes

A tecnologia utilizada na construção de skateboards passou por diversas mudanças ao longo dos quase 70 anos de história do esporte. A seguir, algumas patentes sobre a confecção de skateboards, skis e pranchas de surfe foram traduzidas por serem relevantes em situar onde encontra-se a tecnologia para a produção dos mesmos.

### **Horizontal laminated ski construction - US 20090179402 A1**

A invenção se relaciona ao conjunto do núcleo utilizado para uma prancha para deslizar como um esqui ou um snowboard. O conjunto do núcleo inclui uma variedade de camadas que são medidas em diversos comprimentos desejados, posicionadas para atingir o perfil desejado de espessura e laminação (**Figura 11**) [36a]. A invenção está relacionada ao método de construção utilizado para o conjunto do núcleo em uma prancha para deslizar.

**Figura 11** – Ilustração da patente US 20090179402 A1.

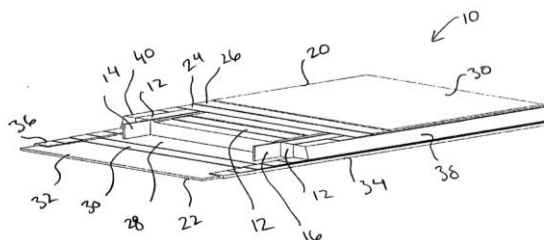


Fonte: patente US 20090179402 A1- Horizontal laminated ski construction (2009) [36a].

### **Carbon fiber laminate ski or snowboard with metal rib core dampening system - US 20110206895 A1**

Um Ski ou Snowboard pode ser construído a partir de um corpo alongado que possui uma extremidade dianteira e uma extremidade traseira. O corpo também é composto por um núcleo com uma face superior e uma face anterior. Pelo menos uma camada de fibra de carbono é laminada da face superior do núcleo até a face anterior. Também, pelo menos uma costela de metal se estende ao longo do núcleo, com a costela de metal sendo revestida entre as camadas de fibra de carbono (**Figura 12**) [36b].

**Figura 12** – Ilustração da patente US 20110206895 A1.

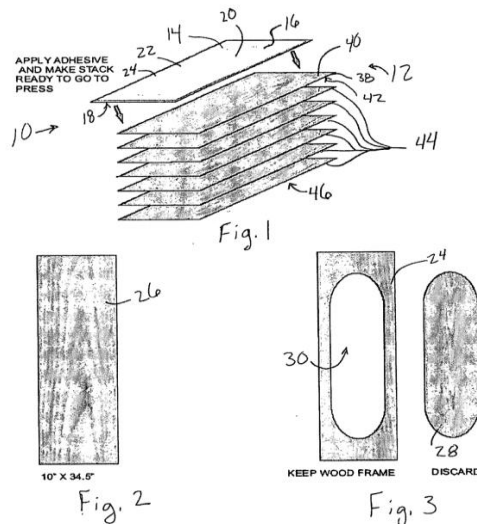


Fonte: patente US 20110206895 A1 - Carbon fiber laminate ski or snowboard with metal rib core dampening system [36b].

### **Reinforced skateboard deck - US 20090121447 A1**

Um shape de skate é construído com uma primeira camada inferior e uma camada superior acoplada a uma superfície superior da primeira camada inferior. A camada superior inclui uma superfície de topo construída em parte por uma camada de fibra reforçada e em parte por uma barreira lateral. O shape de skate pode incluir uma ou mais camadas inferiores fixadas por baixo da primeira camada inferior. A camada de fibra reforçada pode ser incrustada no interior da barreira lateral, onde pode existir uma porção exterior de verniz para madeira ou folha termoplástica. A camada fibra reforçada pode ser formada substancialmente de fibra aramida revestida por uma matriz adesiva. A camada de fibra reforçada e a barreira lateral podem ser cortadas, o corte removerá a parte central do verniz para madeira ou da folha termoplástica para providenciar uma abertura em que a fibra reforçada é encrustada. As camadas devem ser prensadas juntas com a camada de fibra reforçada e a barreira lateral unidas inicialmente por fita adesiva. O shape de skate também deve ser construído com uma camada de separação encaixada na abertura central da camada superior e colada a uma superfície inferior da camada de fibra reforçada (**Figura 13**) [36c].

Figura 13 – Ilustrações presentes na patente US 20090121447 A1.

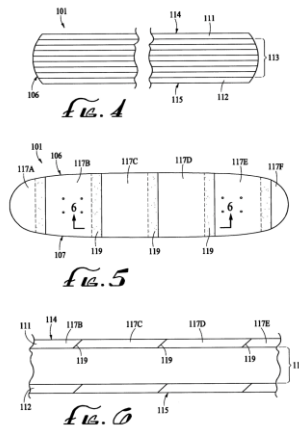


Fonte: patente US 20090121447 A1 - Reinforced skateboard deck [36c].

**Composite sports board such as a skateboard deck - US 6648363 B2**

Um material compósito para ser utilizado como shape para skate ou em outros esportes com prancha (**Figura 14**) [36d]. O shape de skate compósito cuja fabricação predileta é constituída de duas camadas estruturais coladas em ambos os lados de um núcleo leve e flexível. As camadas estruturais feitas de materiais resilientes e fortes compostos de matrizes de fibras naturais, essa classe de materiais incluem gramíneas como bambu, cânhamo e kanaf . O shape de skate compósito na presente invenção é forte, leve, durável, resiliente, amigo do meio ambiente e derivado de uma fonte renovável sem a perda de pop ou memória.

Figura 14 – Ilustrações presentes na patente US 6648363 B2.

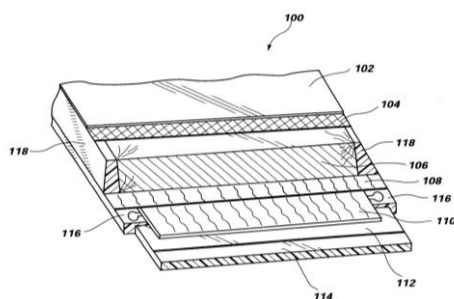


Fonte: patente US 6648363 B2 - Composite sports board such as a skateboard deck [36d].

### Laminated skateboard with protective edge and racing base - US 6386561 B1

Um shape de skate laminado aberto inclui uma folha superior com uma superfície de alta fricção para o contato direto com os tênis do skatista, uma primeira camada de fibra de vidro em contato com a folha superior, um núcleo de madeira em contato com a primeira camada de fibra de vidro, e assim alterando até uma extremidade protetora circundando a base de corrida (**Figura 15**) [36e]. A extremidade de proteção pode ser composta de um metal duro ou um material plástico. O shape de skate laminado pode incluir chapas protetoras na frente e traseira do shape e orifícios pré-perfurados para montagem ou suportes reforçados.

**Figura 15** – Ilustração da patente US 6386561 B1 [36e].

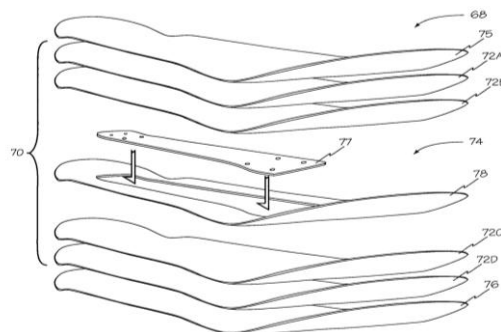


Fonte: patente US 6386561 - Laminated skateboard with protective edge and racing base

### Bamboo core hybrid skateboard deck - US 7506880 B2

Um shape de skate híbrido combina pelo menos uma camada de bambu com uma ou mais camadas de qualquer madeira capaz de formar um shape multi laminado. Pelo menos uma camada de bambu revestida entre pelo menos duas camadas de uma madeira de lei, como o Carvalho, que providencia força superior relativa aos shapes convencionais de madeira compensada e melhor resposta de rigidez uniforme (**Figura 16**) [36f].

**Figura 16** – Ilustração da patente US 7506880 B2.



Fonte: patente US 7506880 B2 - Bamboo core hybrid skateboard deck [36f].

### 3. METODOLOGIA EXPERIMENTAL DE DESIGN DE MATERIAIS

---

#### 3.1. Elaboração da MDEMat

O presente trabalho propôs uma nova **Metodologia Experimental de Design de Materiais (MDEMat)**, distinta às demais metodologias de design [37-40], por propor a **criação de novos materiais e produtos através da experiência do usuário-projetista** (vide o descrito no Capítulo 1, “*Motivação e Antecedentes da pesquisa na University of Brunel London*”, item 1.2), preconizando o material constituinte e, por fim, aliada às práticas convencionais e etapas projetuais de design de produto.

Na MDEMat, o termo “**experimental**” designa que a metodologia inclui a experimentação do usuário-projetista nas etapas do processo, seja tanto na validação de um determinado conceito de design proposto, como na aplicação prática da metodologia para a obtenção do material e produtos respectivamente gerados.

A presente Metodologia Experimental de Design de Materiais (MDEMat) é caracterizada pelo cumprimento das seguintes etapas experimentais (**Figura 16**), a seguir detalhadas no item 3.2. de aplicação em veículos esportivos de alta velocidade (skate).

**Figura 17** – Descrição da Metodologia Experimental de Design de Materiais (MDEMat).



Fonte: elaborado pelo autor.



### **3.2. Definição da MDEMat para obtenção de Compósito à Base de Fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado (CFC@RPI)**

A definição da **Metodologia Experimental de Design de Material (MDEMat)** na obtenção de **Compósito à Base de Fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado (CFC@RPI)** para uso em veículo esportivo de alta velocidade (skate) foi realizada neste trabalho. As etapas sucintamente descritas a seguir exemplificam a aplicação da metodologia projetual, de modo que possa ser aplicada na obtenção de outros materiais e produtos. No Capítulo 4, as referidas etapas são detalhadas como resultado do trabalho experimental.

- **Etapa 1. EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO-PROJETISTA:** praticante de skate desde 2011, aluno do Curso de Design da UFC, com trabalho na área de “Materiais e Processos”;

**Características do produto e análise:** veículos esportivos de alta velocidade, i.e. skate, com prancha de madeira e outros materiais secundários (ex. plástico, compósitos laminares);

**Elaboração e preenchimento de formulário com usuários:** 39 praticantes;

**Registros fotográficos:** vide imagens.

- **Etapa 2. DESIGN DO MATERIAL:**

**Coleta de matérias-primas/amostras:** fibras de Coco (fonte natural: orla da Praia do Futuro, em Fortaleza, CE, Brasil); e Resina de Poliéster Insaturado (fonte comercial: marca Avipol®, específica para laminação);

**Preparação de amostras:** seleção das fibras, aplicação da resina e densificação;

**Caracterização de materiais:** análise microestrutural por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e análise visual;

- **Etapa 3. DESIGN DO PRODUTO:**

**Conceituação e proposta de intervenção:** design do produto completo, com prancha e rodízios.

**Elaboração de desenhos CAD 2D/3D:** modelagem da prancha de skate e componentes;

**Prototipagem aditiva por impressão 3D:** protótipo da prancha de skate.

A aplicação da Metodologia de Design Experimental de Material (MDEMat) utilizada na obtenção de **Compósito à Base de Fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado (CFC@RPI)** para veículo esportivo de alta velocidade (skate) pode ser descrita mais detalhadamente a seguir.

A partir da **EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO-PROJETISTA, na condição de praticante do skate e designer**, a primeira etapa do trabalho experimental foi **elaboração de um formulário sobre características das pranchas de skate** atuais, listando defeitos, qualidades, melhorias que podem ser realizadas e pontos relevantes citados pelos praticantes do esporte. Na fase de elaboração, houve troca de informações diretas com os praticantes de pelo menos três modalidades, todavia com o foco específico nas necessidades dos praticantes do Skate Downhill, a fim de relativizar quais os pontos importantes que devem estar no formulário. Houve, ainda, espaço destinado a observações que os praticantes queiram ressaltar especificamente ou que não tenha sido citada no formulário.

A seguir, ocorreu o **preenchimento do formulário pelos usuários (público-alvo) praticantes do skate**. O formulário foi validado por 39 praticantes das três distintas modalidades do Skate, Street, Vertical e Downhill. A meta de 40 usuários a preencher o formulário foi quase atingida, com 39 participantes efetivamente concluídos. O resultado apresentado foi extremamente satisfatório e engrandecedor para a pesquisa.

A etapa de **registros fotográficos** se deu durante toda a fase experimental, onde todas as etapas foram catalogadas em imagens aptas a esclarecer cada processo realizado durante este período. Os registros foram catalogados em áreas específicas e datados de acordo com a fase de um cronograma.

No **DESIGN DO MATERIAL**, a etapa da fase experimental compreendeu o recolhimento de **amostras/matérias-primas utilizadas na confecção de pranchas de skate** até então. As amostras coletadas foram compósitos laminares, entre elas, o carvalho canadense, o bambu e o marfim. Todas as amostras foram comparadas a fim de entender as características de cada material. Na sequência, as matérias-primas constituintes do novo material compósito foram coletadas e selecionadas, conforme o exposto a seguir.

Durante a etapa de **DESIGN DO PRODUTO**, alguns desenhos em plataforma CAD 2D e 3D foram selecionados para que fosse determinada a melhor forma de empregar as novas soluções nas pranchas de skate. Na última etapa, modificou-se o design do produto

reproduzido a fim de criar um novo produto. Nessa etapa, tudo o que foi absorvido nas etapas anteriores foi posto em prática para que uma solução satisfatória fosse atingida.

A partir da sugestão de Membro da Banca Examinadora, a EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária foi contatada, e foram observadas amostras de um material desenvolvido com Fibra de Coco e respectivo processo de fabricação. Refira-se que, desde 2013, pesquisadores do Laboratório de Tecnologia da Biomassa da EMBRAPA Agroindústria Tropical aproveitam a biomassa oriunda dos resíduos da produção de água de Coco industrializada, criando o ‘MDF Verde’, uma espécie de compensado ecológico, mas com características de flexibilidade e impermeabilidade.

Assim, a **seleção da Fibra de Coco como principal matéria-prima para a confecção do material compósito das pranchas de skate** se consolidou, ao considerar os impactos ambientais reportados anteriormente (*vide Cap. 2, Ref. [27-34]*). Analogamente, buscou-se alcançar características específicas na construção de skates.

### 3.3. Aparato experimental e infraestrutura

O aparato experimental para a preparação e caracterização das amostras está compreendido pela infraestrutura da Central Analítica (CA) da Universidade Federal do Ceará, junto ao Departamento de Física, Campus do Pici. As amostras foram caracterizadas no âmbito do projeto cadastrado no CA. As amostras preparadas foram seccionadas e depositadas sobre uma fita de carbono, seguido de um tratamento de metalização da superfície (**Figura 18**), possibilitando torná-las condutoras para a análise microestrutural (Ref. [23], p.569). As imagens do material foram obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), utilizando um microscópio eletrônico de varredura, Modelo MEV INSPECT S50.

**Figura 18** – Preparação de amostras para microscopia eletrônica de varredura (MEV).

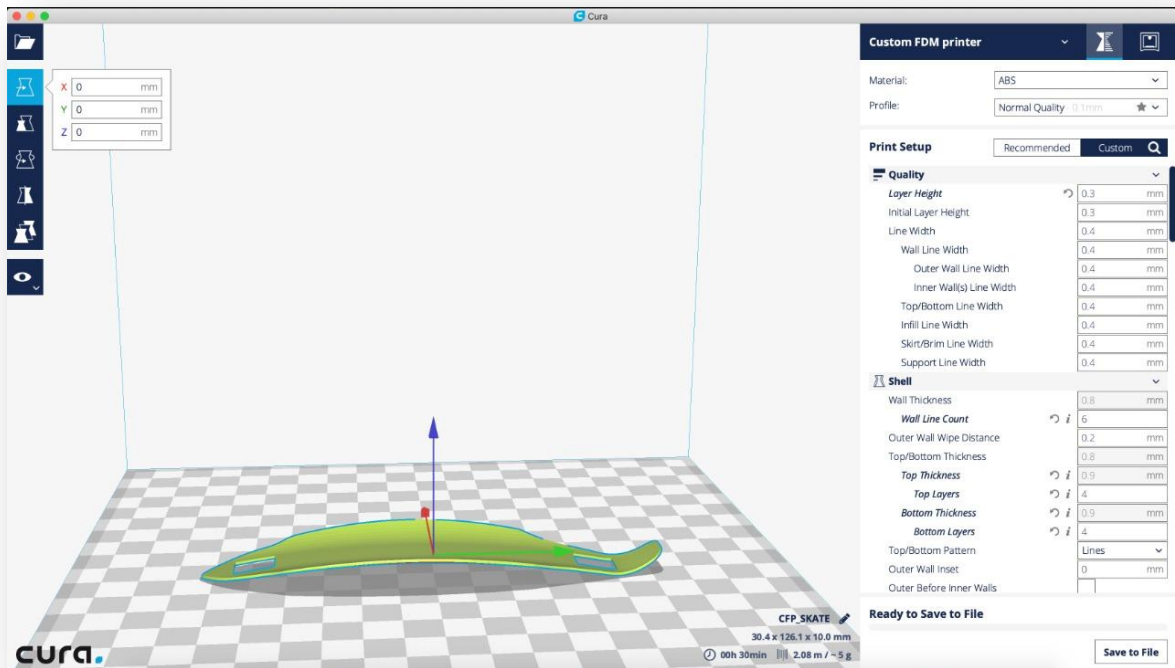


Fonte: elaborado pelo autor.

A modelagem CAD 2D/3D foi efetuada com recursos do DAUD/CT. O software escolhido para a alteração na modelagem tridimensional de projetos disponíveis em plataformas de código aberto (*e.g.* GrabCad), foi o Fusion 360, por ter licença gratuita para estudantes. As ferramentas para corte e acabamento das peças, bem como a prototipagem aditiva foi efetuada por impressão 3D (**Figura 19**), com o auxílio da empresa Joy Fab Lab – Laboratório de Fabricação Digital, situado na cidade de Fortaleza e que faz parte da Rede Global de Fab Labs.

O processo de impressão 3D FDM foi compreendido pelo uso de filamento polimérico de ABS - Acrilonitrila butadieno estireno, de modo a obter um protótipo em escala reduzida, nas dimensões finais de 30,4 x 2,08 x 10,0 mm.

**Figura 19** – Tela de impressão 3D FDM do protótipo (acima) e filamento de ABS (abaixo).



Fonte: elaborado pelo autor.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

---

Os resultados atingidos pelo trabalho estão apresentados e discutidos a seguir, com foco na confecção de pranchas para a prática do Skate Downhill.

### 4.1. MDEMat: Experiência do Usuário-Projetista

De acordo com a aplicação da metodologia MDEMat, os resultados sobre os **Requisitos dos Usuários de Skate Catalogados através de Formulários** foram registrados através da plataforma *Google Forms*, onde o formulário produzido teve a intenção de mapear as principais experiências dos praticantes do Skate distribuídos em mais de três modalidades distintas. Foram elaboradas 09 (nove) perguntas, de forma que houve troca de informações diretas com os praticantes, apresentadas a seguir.

A primeira pergunta do formulário buscou entender os usuários há **quanto tempo que pratica** ou mantém uma relação com o Skate. O resultado obtido indicou que mais de 70% dos usuários que responderam, possuíam uma interação com o Skate de mais de cinco anos, refletindo um perfil de usuários experientes (**Figura 20**).

**Figura 20** – Análise sobre o tempo de prática do esporte.



Fonte: elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 01.

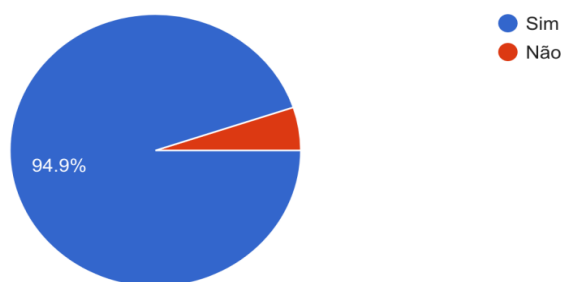
A segunda pergunta tentou entender o perfil do usuário quanto ao **consumo e poder aquisitivo** do produto. Apenas um, dos 39 usuários que responderam a pesquisa, não comprou o seu próprio Skate (**Figura 21**). Observa-se, assim conhecimento por parte dos praticantes do que estão adquirindo e do seu poder aquisitivo para adquirir o produto. Em relação ao **perfil do poder aquisitivo do produto Skate**, refira-se ao publicado pelo SEBRAE (2018) [S], tendo por base a pesquisa da Confederação Brasileira de Skate (CBS) de 2009, quando o Brasil se posicionou em segundo lugar no ranking mundial da modalidade,

atrás apenas dos Estados Unidos. Na ocasião, o perfil de skatista brasileiro foi estratificado por classe social, revelando que: **42% dos praticantes estavam na classe A e B, sendo que 8% na A e 34% na B; 33% na classe C; e 25% nas classes D e E**, cujos dados obtidos pela presente pesquisa com usuários é coerente e corrobora ao levantado pela CBS.

**Figura 21** – Análise sobre o consumo do produto skate.

Você comprou o seu skate?

39 responses



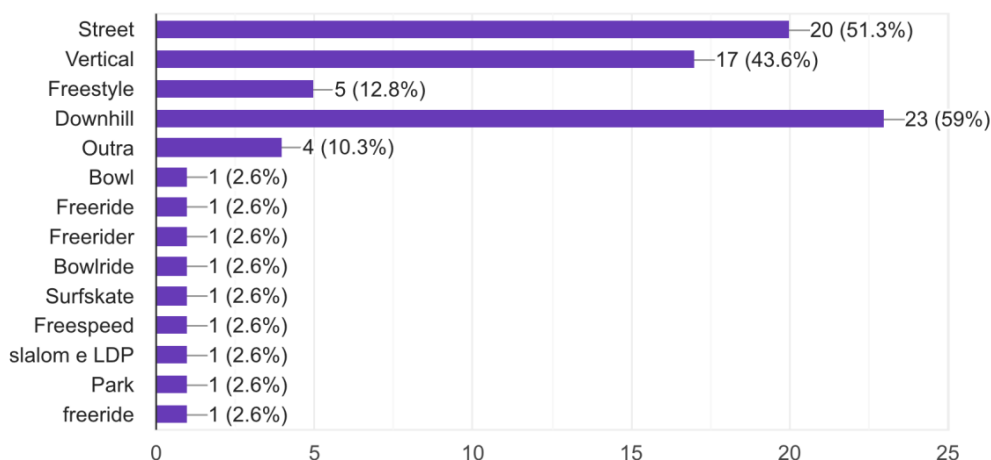
Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 02

A terceira pergunta tentou entender o perfil do usuário quanto à **modalidade** praticada. Como previsto, a maioria dos usuários que responderam enquadraram-se na modalidade de: **Street, Vertical, e Downhill** (Figura 22). Fator determinante para entender as características que esse nicho de praticantes busca.

**Figura 22** – Análise sobre a modalidade de skate praticada.

Qual/Quais modalidades você pratica?

39 responses



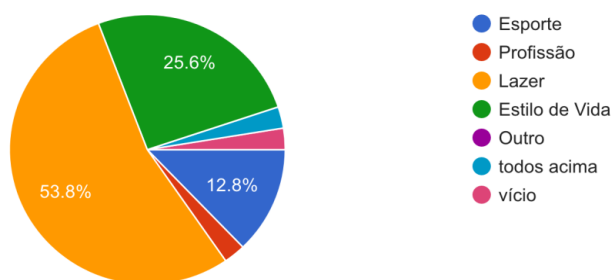
Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 03

A quarta pergunta buscou entender a **relação do usuário** com o Skate. Como citado anteriormente, muitos usuários não consideram o Skate um esporte e sim um estilo de vida (**Figura 23**). O resultado surpreendeu ao indicar uma quantidade superior a **50% de usuários** que utilizam o Skate como uma **forma de lazer e descontração**. Outro fator interessante é que apenas **12.8% consideram o Skate como um esporte**.

**Figura 23** – Análise sobre a relação do usuário com o skate.

Qual a sua relação com o skate?

39 responses



Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 04

A pergunta de número cinco buscou saber o grau de **conhecimento do consumidor** em relação ao **material constituinte** da prancha. O resultado da pesquisa indicou que há **pleno conhecimento sobre o material que a prancha é produzida**, fator que se correlaciona à importância do material no **desempenho** do usuário (**Figura 24**).

**Figura 24** – Análise sobre o conhecimento acerca do material da prancha de skate.

Você sabe qual o material que a prancha do seu skate(shape) é produzida?

39 responses



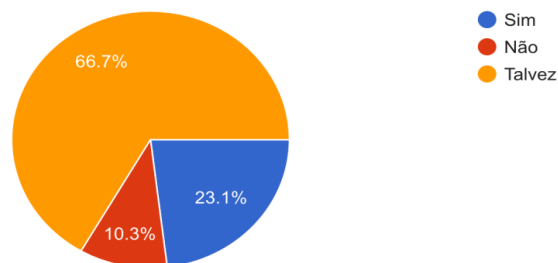
Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 05

A pergunta de número seis buscou entender a **satisfação** ou insatisfação do consumidor em relação ao **produto de origem nacional** (**Figura 25**). O resultado da pesquisa indicou que há certo **desconhecimento sobre a qualidade dos produtos** de fabricação no Brasil, fator que indica um **forte consumo de produtos de origem estrangeira**.

**Figura 25** – Análise sobre o produto skate de origem nacional.

Você considera os skates fabricados no Brasil de boa qualidade?

39 responses



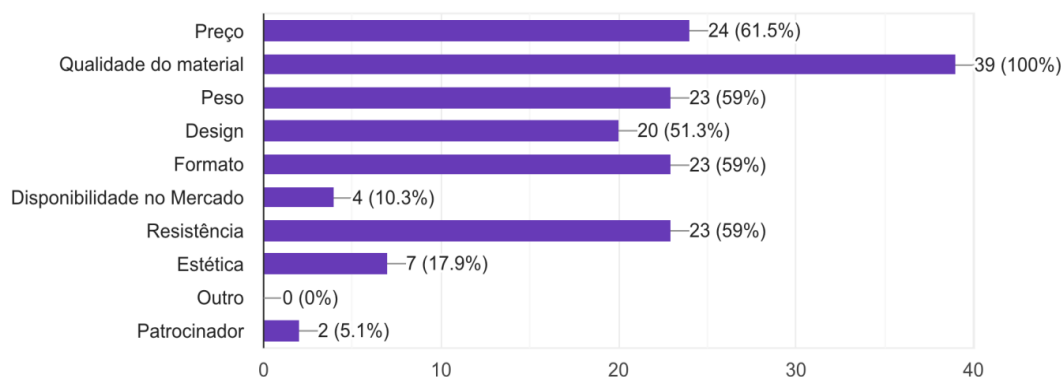
Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 06

A pergunta de número sete teve como objetivo levantar os **fatores mais importantes** dos praticantes no momento em que vão **adquirir uma nova prancha** para a prática do esporte. O que se pode observar com os resultados foi que 100% dos praticantes se importam com a **qualidade do material** em que a prancha é produzida (**Figura 26**). O segundo fator mais importante é o **preço**, resumindo a busca por um produto de bom custo vs. benefício.

**Figura 26** – Análise sobre os fatores de compra do skate.

Quais os fatores levados em consideração no momento em que você vai escolher a prancha do seu skate(shape)?

39 responses



Fonte: Elaborado pelo autor. Formulário Google Forms - Pergunta 07

As perguntas de número oito e nove foram discursivas onde os usuários tiveram a oportunidade de descrever os **principais problemas** encontrados durante o ato de compra e qual seria a sugestão que eles, usuários, dariam a indústria caso tivessem a chance. As respostas mais uma vez ressaltaram a qualidade dos produtos presentes no mercado e cobraram por um **controle de qualidade** funcional.



## **4.2. MDEMat: Design do Material**

### **4.2.1. Compósito à Base de Fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado (CFC@RPI)**

#### **FASE DISPERSA OU REFORÇO: Fibra de Coco**

A **fase dispersa ou reforço** para a confecção do compósito foi a **Fibra de Coco**, coletada diretamente da casca do Coco verde encontrado na orla da Praia do Futuro, em Fortaleza, dito local motivado para a coleta por conta do descarte inadequado do Coco verde na localidade (*vide Cap. 2, Figura 10*); após a coleta do Coco, iniciou-se o processo de descascamento, a fim de separar a fibra da parte interna do Coco, miolo; seguinte ao descascamento, as fibras selecionadas passaram por um processo de secagem em estufa até que a umidade final da fibra estivesse entre 10% e 15%; finalizado o processo de secagem, as fibras foram reservadas em um recipiente hermeticamente fechado para a combinação com a Resina de Poliéster Insaturado [23] e [32].

#### **FASE MATRIZ OU LIGANTE: Resina de poliéster insaturado**

A **fase matriz ou ligante** para a confecção do compósito foi a **resina de poliéster insaturado**, da marca Avipol®, específica para laminação. Tal resina foi selecionada por ser um material de fácil acesso e por ser utilizada na confecção e reparo de Pranchas de Surfe.

#### **Preparação da resina - conforme especificações técnicas do fabricante Avipol®**

O catalisador BUTANOX é adicionado na proporção de 1,0 a 3,0% (para cada 100g  $\pm$ 30 gotas de catalisador) em relação à base do poliéster, conforme a velocidade de cura desejada para a peça final. Para a confecção da peça, combinando os dois materiais, Fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado, aplicou-se uma fina camada de cera desmoldante, Desmol CD da marca Vedacit®, sobre uma superfície de vidro lisa. Após a aplicação da cera, despejou-se a primeira camada de resina sobre a superfície de vidro e, em seguida, a primeira camada de fibra de Coco foi aplicada no sentido longitudinal. Na sequência, mais uma camada de resina foi aplicada e uma nova camada de fibra de Coco foi aplicada dessa vez no sentido transversal. O processo se repetiu até que sete camadas de fibra de Coco foram dispostas com a resina; após a combinação da Fibra de Coco com a Resina de Poliéster Insaturado, esperou-se o período de 48 horas para que o processo de cura fosse finalizado e peça estivesse pronta.

#### 4.2.2. Composição química do material CFC@RPI

A composição química de cada material utilizado nas fases constituintes do compósito é definida a seguir, com base na literatura amplamente divulgada. Contudo, a combinação de tais materiais na formação de um compósito CFC@RPI é novidade.

##### **Fase dispersa ou de reforço: fibra de coco**

A fibra de coco é formada basicamente por celulose, hemicelulose e lignina além de pectina, e outras substâncias em menor proporção; as fibras das cascas de coco têm percentual menor de celulose, entretanto a quantidade de lignina é grande em comparação a outras fibras vegetais; o teor de lignina nas fibras é função da idade do fruto, sendo o percentual de cerca de 20% encontrado em fibras de coco jovem e 35% no fruto maduro (CASTRO, 2011) [32].

##### **Fase matriz ou ligante: resina de poliéster insaturado**

Resina de poliéster insaturado consiste basicamente de um polímero alquídic, contendo insaturações vinílicas dissolvidas em um monômero reativo, normalmente o monômero de estireno; é obtido pela reação entre um ácido insaturado, um ácido saturado e um biálcool, resultando num produto termofixo, cuja cadeia molecular é composta por simples e duplas ligações entre os átomos de carbono; é diluído num monômero vinílico, inibido, para facilitar sua utilização; inicialmente encontra-se no estado líquido e após a adição de promotores transforma-se no estado sólido, caracterizando uma estrutura termofixa irreversível; pode ser utilizado com ou sem reforço, se bem que uma vez reforçado se transforma em um plástico de engenharia com ótimas propriedades físico-mecânicas, substituindo muitas vezes outros materiais, como o ferro, aço e concreto [23], [32] e [41].

O resultado da combinação das duas fases constituintes (dispersa/matriz), obtendo-se um novo material **Compósito à Base de Fibra de Coco com Resina de Poliéster Insaturado** (CFC@RPI) é mostrado na **Figura 27**. Tal compósito apresenta textura e rugosidade na superfície — fatores importantes para dispensar a necessidade e uso de lixas para aumento da aderência do usuário na superfície da prancha de skate. Observa-se que há 100% de aproveitamento do resíduo gerado pela casca do Coco verde na confecção das pranchas de skate, diminuindo, assim, a quantidade de resíduos descartados na natureza.

**Figura 27** – Material compósito à base de fibra de Coco com resina de poliéster insaturado, mostrando a superfície da amostra endurecida (acima) e seção transversal (abaixo).



Fonte: Elaborado pelo autor.

#### **4.2.3. Caracterização microestrutural do material CFC@RPI**

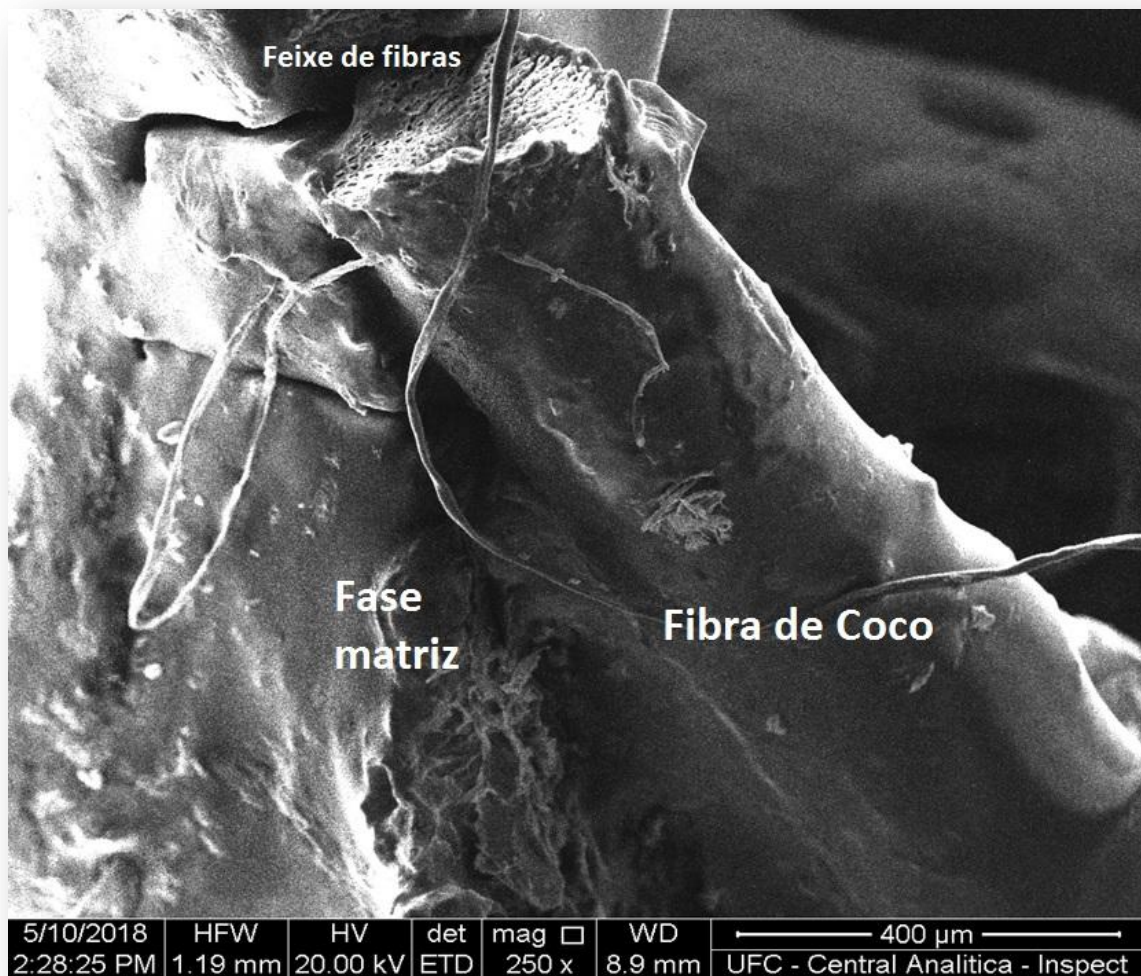
Os resultados da caracterização microestrutural do material compósito **CFC@RPI**, realizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV) nas imagens mostradas nas **Figuras 28-30**, estão discutidos a seguir. Tal análise possibilitou identificar como ocorre a combinação das fases **reforço** e **matriz**, ao longo da superfície e composição massiva. Em tais amostras, a **fase matriz ou ligante** é caracterizada pela **resina**, enquanto a **fase dispersa ou reforço** é caracterizada pelo feixe ou **fibras de Coco**.

Na amostra 01, obtida a partir da extremidade da prancha do material compósito, a micrografia possibilita identificar que o compósito formado apresenta **boa adesão entre as fases constituintes**, resina de poliéster insaturado e fibra de Coco. Revela-se, ainda, a presença de um feixe de fibras de Coco de diâmetro aproximado de 200 micrômetros (**Figura 28**). De forma isolada, há a presença de uma fibra de aproximadamente 5.0 micrômetros de diâmetro, i.e. **microfibra de Coco**. Refira-se que o comprimento, tanto do feixe como da microfibra isolada, é variável de acordo com a extração, corte ou adensamento das fibras e partículas na matriz polimérica.

Na amostra 02, obtida a partir do centro da prancha do material compósito, a micrografia revela a ocorrência de **micro porosidade** em cavidades formadas no interior do feixe de fibras (**Figura 29**). Embora com alguma porosidade, o material revela boa adesão entre as fases constituintes, resina de poliéster insaturado e fibra de Coco. Nesse caso, o uso de prensa, molde ou vácuo para a fabricação, em escala, pode ser avaliado para produzir uma diminuição da porosidade do material.

Na amostra 03, as características de **homogeneidade** prevalecem na estrutura da peça, formando um compósito homogêneo (**Figura 30**). Essa característica de homogeneidade ocorre tanto ao longo da sua superfície, como através da sua estrutura massiva na região central e nas extremidades. Assim, a análise por MEV indica que fatores dependentes da homogeneidade da superfície ou da estrutura massiva estão preservados.

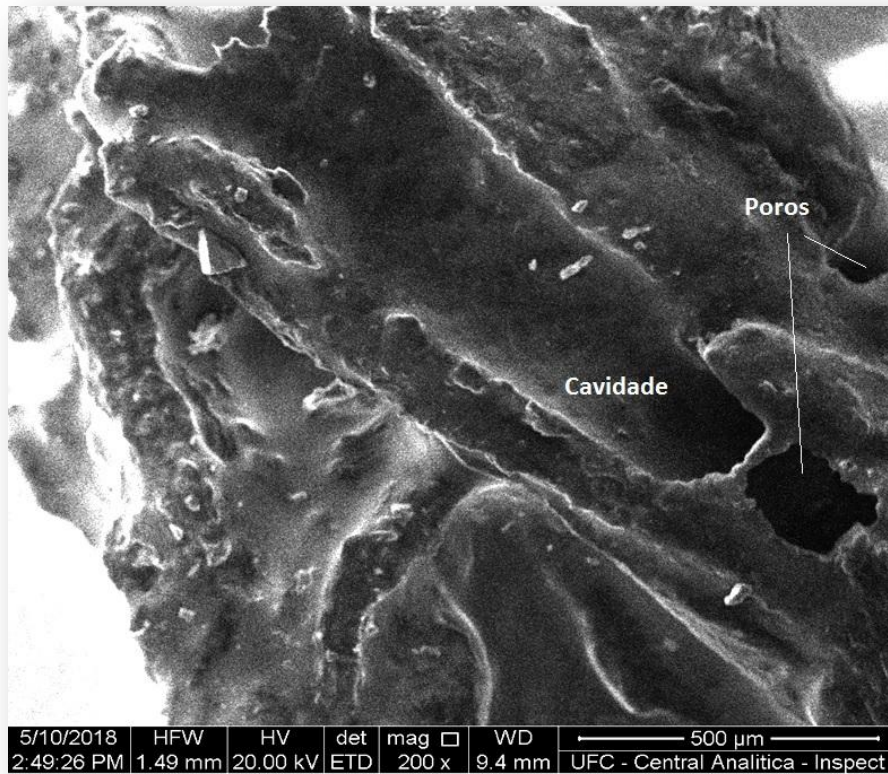
**Figura 28** – Micrografia de MEV do material compósito.



Fonte: Elaborado pelo autor.

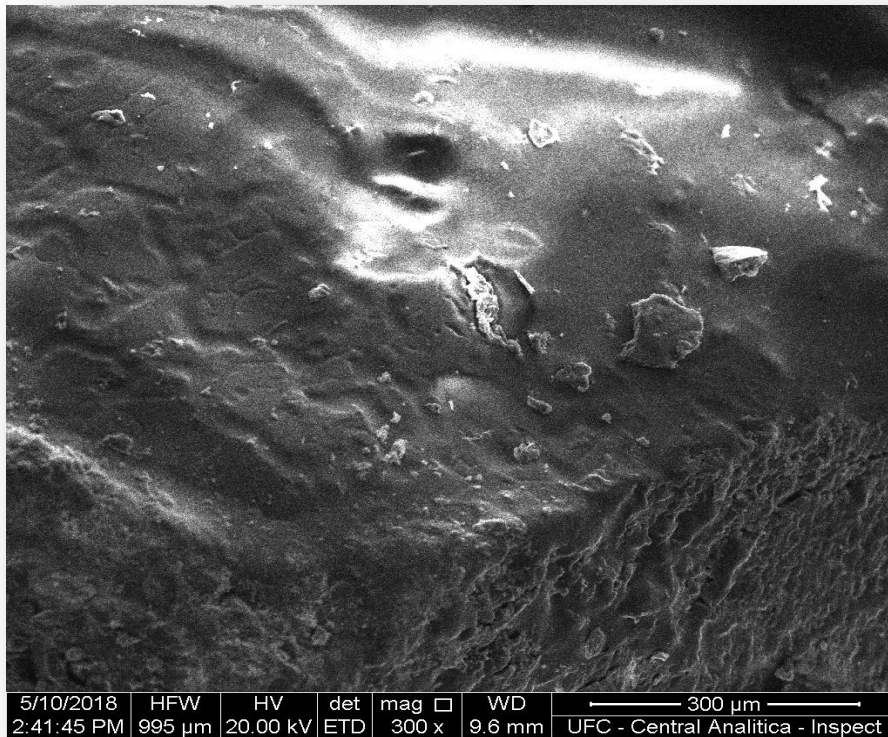


**Figura 29** – Micrografia de MEV do material compósito.



Fonte: elaborado pelo autor.

**Figura 30** – Micrografia de MEV do material compósito.



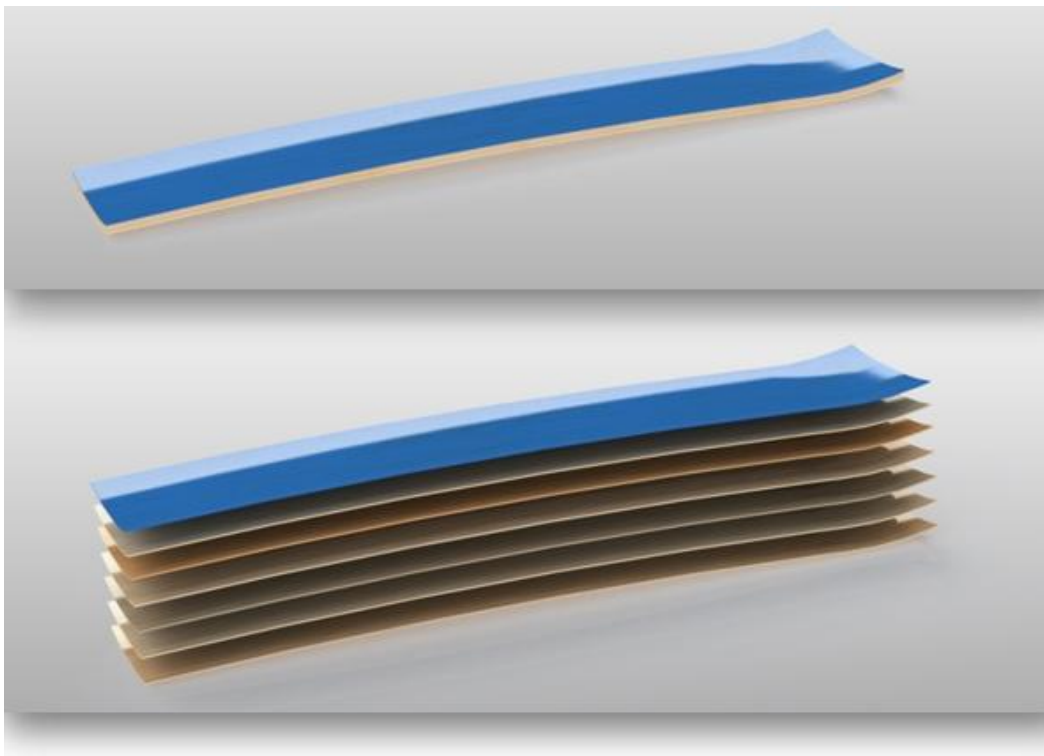
Fonte: elaborado pelo autor.

### 4.3. MDEMat: Design do Produto

#### 4.3.1. Proposta de design da solução integrada de um Novo Produto Skate

O design do novo produto foi realizado em plataforma CAD 2D e 3D para determinar a melhor forma de empregar as novas soluções nas pranchas de skate. O design do skate foi aperfeiçoado modificando o formato da prancha a partir da sua estrutura em compósito laminar CFC@RPI (**Figura 31**).

**Figura 31** – Modelagem tridimensional do compósito laminar CFC@RPI.

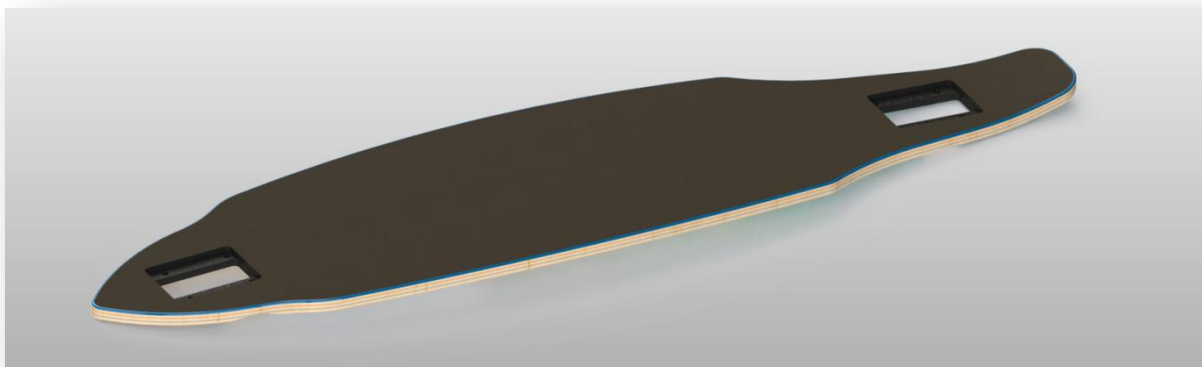


Fonte: elaborado pelo autor.

Optou-se por criar o compósito sem auxílio de moldes ou formas (**Figura 31**), para que, somente ao fim da produção, o processo de usinagem da peça em formato de prancha seja realizado, a fim de garantir que as características do material sejam preservadas.

O design da nova prancha de skate (**Figura 32**) partiu de um modelo de produto bastante popular para o deslocamento através do skate. A escolha desse modelo específico se deu pelo grande número de usuários que responderam que a relação que tem com o skate é de lazer. Optou-se por uma distância entre-eixos curta para aumentar a agilidade em meio ao trânsito de carros e pedestres nas cidades.

**Figura 32** – Imagem da modelagem tridimensional da prancha de skate.



Fonte: elaborado pelo autor.

Como visto na **Figura 33**, durante as simulações realizada em ambiente virtual, Fusion 360, foi determinado que os eixos adequados deveriam ter as dimensões de 160 mm mínimos na parte dianteira e traseira. As rodas devem apresentar 65 mm de diâmetro máximo, para que as rodas não toquem na prancha no momento de deslocamento. Esta solução integrada, desenvolvida através da MDEMat, possibilita obter um produto final com melhor manobrabilidade do veículo pelo usuário durante a prática esportiva de skate.

**Figura 33** – Modelagem tridimensional com o design do skate completo.

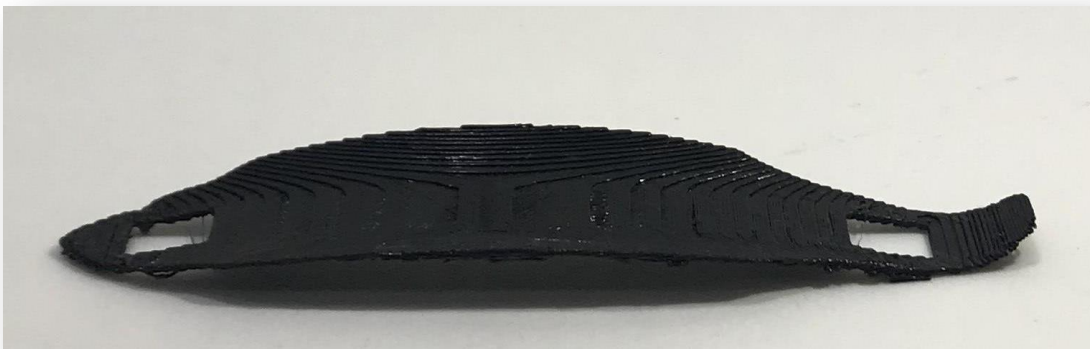


Fonte: elaborado pelo autor.

#### 4.3.2. Protótipo físico da prancha de skate

Após concluídas as modificações na modelagem tridimensional da prancha de skate, foi reproduzido um protótipo em escala reduzida (**Figura 34**). Esta etapa de prototipagem foi importante para demonstrar a obtenção do produto com a curvatura desejada e visualizar

**Figura 34** – Fotos do protótipo 3D da prancha de skate (em escala reduzida), mostrando a sua superfície superior, lateral e em perspectiva, respectivamente.



Fonte: elaborado pelo autor.



## 5. CONCLUSÃO

---

O trabalho compreendeu o desenvolvimento de uma “**Metodologia Experimental de Design de Materiais (MDEMat)**”, focada na criação e obtenção de novas soluções em design, preconizando o aperfeiçoamento do material constituinte.

A aplicação prática da MDEMat na obtenção de ‘**Compósito à base de fibra de Coco e Resina de Poliéster Insaturado (CFC@RPI)**’ para veículo esportivo de alta velocidade, visando a utilização em pranchas de skate, foi realizada neste trabalho. As fases iniciais de problematização, contextualização e revisão da literatura foram essenciais para a formulação de uma metodologia experimental mais efetiva, levando ao cumprimento dos objetivos propostos anteriormente.

Tal metodologia MDEMat teve por base o atendimento às necessidades de mercado quanto aos requisitos projetuais de desempenho do produto, considerando como principais atributos para elaboração do **design do material**:

- i) a relação entre o seu peso e resistência;
- ii) a distribuição geográfica do material ou matérias-primas constituintes;
- iii) o seu descarte no meio ambiente;
- iv) os fatores ergonômicos do usuário; e
- v) os custos finais.

Em particular, a viabilidade da nova solução proposta justifica-se pelos seguintes aspectos atendidos pela MDEMat:

- a viabilidade produtiva do novo material constituinte, i.e. um compósito laminar à base de fibra de Coco, que apresenta boa adesão entre as fases constituintes, apresenta leveza, resistência e boa moldabilidade;
- o formato tridimensional da prancha do skate.
- a manobrabilidade do veículo pelo usuário durante a prática esportiva;

Mais especificamente, o trabalho permite concluir que:

- a identificação dos requisitos dos usuários de skate contribuíram para a prática projetual de design de novos produtos veículos esportivos e foram essenciais para a validação da metodologia experimental aplicada;
- a definição de características técnicas dos materiais cujas pranchas de skate são fabricadas, hoje, foi de extrema importância para a validação do design do material

### **final ‘Compósito à base de Fibra de Coco Verde e Resina de Poliéster Insaturado’.**

- o uso da Fibra de Coco Verde, obtida através do recolhimento do material na orla da cidade de Fortaleza, pode trazer diversos benefícios em relação ao que o descarte incorreto pode causar na região; problemas diversos, como a proliferação de vetores, reprodução desordenada de animais nocivos à saúde das pessoas, ocupação de grandes áreas nos aterros sanitários, entre outros, serão diminuídos drasticamente caso o projeto se reproduza em escala;
- o fácil acesso à matéria-prima e a simplicidade do método de fabricação permitem que a produção de pranchas de skate seja realizada de forma experimental e até mesmo customizada, com ou sem a compra vinda da indústria;
- a elaboração de uma proposta de solução integrada de um novo produto skate, assumindo como requisitos essenciais o material constituinte da prancha, o processo de fabricação e a ergonomia do usuário, só foi possível graças à metodologia experimental aplicada;
- a avaliação da microestrutura através de microscopia eletrônica de varredura (MEV) revelou boa adesão entre as fases constituintes e homogeneidade do produto material;
- a combinação de uso de diferentes materiais a fim de beneficiar o usuário na prática e no desenvolvimento do esporte se confirmou com a preparação de amostra do material, sendo possível avaliar o comportamento do compósito criado de forma eficiente.

### **Sugestão de trabalhos futuros**

Para melhor caracterização do material e produto desenvolvidos, em continuidade ao trabalho realizado, fica a sugestão de trabalhos futuros:

- a preparação de amostras físicas do material, visando à realização de testes mecânicos (*e.g.* resistência à compressão e flexão) e de avaliação da rugosidade da superfície;
- a reprodução de novos protótipos, no formato de prancha de skate, em escala 1:1, para fins de teste do produto, na avaliação de seu desempenho pelo usuário.

## REFERÊNCIAS

---

- [1]. Health Fitness Revolution, **The Health Benefits of Skateboarding**. 2014. Disponível on-line em: <http://www.healthfitnessrevolution.com/health-benefits-skateboarding/> (Acesso em: 22/05/2015).
- [2]. Michael Brooke, **The Concrete Wave: the history of skateboarding**. Estados Unidos: Warwick Publishing, 1999, 200 p. ISBN-10: 1894020545; ISBN-13: 978-1894020541.
- [3]. Jocko Weyland, **The Answer Is Never: A Skateboarder's History of the World**. New York: Grove Press, 2002. 272 p. ISBN-10: 0802139450; ISBN-13: 978-0802139450.
- [4]. Globo, “**Estilo skatista vira moda e movimentada R\$ 1 bilhão por ano, diz pesquisa**”. Publicado em: 27/07/2014. Disponível on-line em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/itapetininga-regiao/noticia/2014/07/estilo-skatista-vira-moda-e-movimentada-r-1-bilhao-por-ano-diz-pesquisa.html> (Acesso em: 12/06/2015).
- [5]. SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **O skate e suas oportunidades de negócios sustentáveis**. Disponível on-line em: <http://www.sebraemercados.com.br/o-skate-e-suas-oportunidades-de-negocios-sustentaveis/> (Acesso em: 17/11/2018).
- [6]. FGSKT – Federação Gaúcha do Skate, **Dados do Skate** (ed. Sidney Arakaki). Porto Alegre: FGSKT, 2011. Disponível on-line em: <https://fgskt.wordpress.com/dados-do-skate/> (Acesso em: 22/05/2015)
- [7]. World Skate, **The Olympic Dream**, Lausanne: WSKT, 2018. Disponível on-line em: <http://www.worldskate.org/about/about-world-skate.html> (Acesso em: 20/11/2018)
- [8]. Canal Califorfun, **Uma breve história do skate: o surgimento de um dos maiores esportes do mundo**. (Ed. Taciana Marinho). Publicado em: 17/01/2014. Disponível on-line em: <http://canaloff.globo.com/programas/califorfun/materias/uma-breve-historia-do-skate.htm> (Acesso em: 20/11/2018)
- [9]. Statista - The Statistics Portal. **Number of participants in skateboarding in the United States from 2006 to 2017 (in millions)**. Estados Unidos: Statista, 2018. Disponível on-line em: <https://www.statista.com/stats/skateboarding> (Acesso em: 20/11/2018)

- [10]. UoL - Portal Universo On-Line, **Gênero nasceu com skatistas na Califórnia no ápice do punk rock** (por Paulo Anshowinhas). São Paulo: Uol, 2013. Publicado em: 02/08/2013. Disponível on-line em: <https://esporte.uol.com.br/radicais/ultimas-noticias/2013/08/02/genero-nasceu-com-skatistas-na-california-no-apice-do-punk-rock.htm> (Acesso em: 22/05/2015)
- [11]. Blog Lib Tech. **Skate**. Seattle: Lib Tech, 2018. Disponível on-line em: <https://www.lib-tech.com/> (Acesso em: 22/05/2015)
- [12]. Tribuna do Ceará, **Pistas de Fortaleza são reprovadas por presidente da Associação de Skate Cearense** (por Lucas Matos). Publicado em: 08/02/2015. Disponível on-line em: <http://tribunadoceara.uol.com.br/esportes/outros-esportes/pistas-de-fortaleza-sao-reprovadas-por-presidente-da-associacao-de-skate-cearense/> (Acesso em: 22/05/2015).
- [13]. CBSK – Confederação Brasileira de Skate. **Categorias**. Disponível on-line em: <http://www.cbsk.com.br/paginas/categorias> (Acesso em: 30/05/2015).
- [14]. EVOM. **Art of Board – Skates Velhos e Design Sustentável**. Disponível on-line em: <http://www.evom.com.br/art-of-board-skates-velhos-e-design-sustentavel> (Acesso em: 22/05/2015).
- [15]. WEYLAND, Jocko: a) **Life and Limb: Skateboarders Write from the Deep End**. Justin Hocking, Jeffrey Knutson e Jared Jacang Maher (Eds.). New York: CreateSpace Independent Publishing Platform (Soft Skull Press). 220 p. **ISBN-10:** 193236028X; **ISBN-13:** 978-1932360288; b) **The Answer is Never: a History and Memoir of Skateboarding**. New York: Grove Press, 2002. 272 p. **ISBN-10:** 0802139450; **ISBN-13:** 978-0802139450.
- [16]. HAWK, Tony. **Hawk: Occupation: Skateboarder**. New York: HarperCollins, 2000. 304 p. **ISBN-10:** 0060198605; **ISBN-13:** 978-0060198602.
- [17]. IAIN. **Skateboarding, Space and the City: Architecture and the Body, 2001**.
- [18]. SNYDER, Craig Gasbag, **Transworld Skateboarding Magazine**, 2005, p. 44
- [19]. Portal ‘I Ride I Recycle’. **Facts**. Disponível on-line em: <http://www.irideirecycle.com/about/facts/> (Acesso em: 22/05/2015).
- [20]. DB Longboard. **Maneuverable**. Disponível on-line em:

- <https://dblongboards.com/Freeride-Downhill-longboard-Buyers-Guide> (Acesso em: 30/05/2015).
- [21]. CEPLAC, Catálogo Fibra Design: **Compósito de pupunha**. Disponível on-line em: [http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/Apresentacoes/ap\(20\).pdf](http://www.ceplac.gov.br/paginas/pupunheira/download/Apresentacoes/ap(20).pdf)
- [22]. Penny Skateboards. **Plastic skateboard**. Disponível on-line em: <https://www.pennyskateboards.com/us/> (Acesso em: 10/04/2016).
- [23]. CALLISTER Jr, William D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2002, 389p.
- [24]. KORMANIK, P. P. *Liquidambar styraciflua* L. Sweetgum. In: Silvics of North America. Hardwoods. Washington: USDA, 1990. v.2. p.400-405. (Agriculture Handbook, 654).
- [25]. Serra Alves. *Liquidambar styraciflua* L. Disponível on-line em: <http://serralves.ubi.prism.pt/flora/map> (Acesso em: 10/07/2014).
- [26]. FERREIRA, J. M.S; WARWICK, D. N. R., SIQUEIRA, L. A. **A Cultura do Coqueiro no Brasil**, Brasília: Embrapa, 1998.
- [27]. BITENCOURT, D. V. **Potencialidades e estratégias sustentáveis para o aproveitamento de rejeitos do coco (*Cocos nucifera* L.)**. Dissertação (Mestrado). Sergipe: Universidade Federal de Sergipe, 2008.
- [28]. MARTINS, C. R.; JESUS JUNIOR, L. A. **Evolução da produção de coco no Brasil e o comércio internacional: panorama 2010**. Aracaju: 2011. 28 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos,164)
- [29]. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soluções tecnológicas: Beneficiamento da casca de coco verde para a produção de fibra e pó**. Disponível on-line em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/33/beneficiamento-da-casca-de-coco-verde-para-a-producao-de-fibra-e-po> (Acesso em: 30/05/2015).
- [30]. ROCHA, Angela Machado *et al.* **Aproveitamento de Fibra de Coco para fins Energéticos: Revisão e Perspectivas**. Publicado em: AGRENERGD - 10º Congresso sobre Geração Distribuída e Energia no Meio Rural, São Paulo: Universidade de São Paulo, 2015.

- [31]. FURTADO, C.F.C.; GADELHA, M.A.C., **Os Impactos Ambientais do Consumo do Coco Verde na Praia do Futuro em Fortaleza-CE**. 2012. 14p. Disponível on-line em: [http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/28/2012\\_28\\_5051.pdf](http://www.convibra.com.br/upload/paper/2012/28/2012_28_5051.pdf)
- [32]. CASTRO, C. D. P. D. C. **Avaliação da fibra de coco verde como material de acolchoamento em sistemas de embalagens para mamão e manga**. Tese (Doutorado). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- [33]. FONTENELE, R. E. S. **Cultura do Coco no Brasil: Caracterização do Mercado Atual e Perspectivas Futuras**. In: CONGRESSO DA SOBER, 43., 2005, Ribeirão Preto. Instituições, eficiência, gestão e contratos no sistema agroindustrial: anais. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, 2005.
- [34]. Jornal Diário do Nordeste, **Aproveitamento dos resíduos do Coco será discutido em Fortaleza**, Publicado em: 01/08/2013. Disponível on-line em: <http://blogs.diariodonordeste.com.br/gestaoambiental/reciclagem/aproveitamento-dos-residuos-do-Coco-sera-discutido-em-fortaleza/> (Acesso em 12/06/2015).
- [36]. Patentes sobre pranchas de skate, veja: a) **Horizontal laminated ski construction**, US 20090179402 A1 (2009); **Carbon fiber laminate ski or snowboard with metal rib core dampening system**, US 20110206895 A1; c) **Reinforced skateboard deck**, US 20090121447 A1; d) **Composite sports board such as a skateboard deck**, US 6648363 B2; e) **Laminated skateboard with protective edge and racing base**, US 6386561 B1; f) **Bamboo core hybrid skateboard deck**, US 7506880 B2.
- [37]. BAXTER, Max. **Projeto de produto. Guia prático para design de novos produtos**. São Paulo: Edgard Blucher, 2a. Edição, 1998.
- [38]. BÜRDEK, Bernhard. **História e Prática do Design de Produtos** (Tradução: Freddy Van Camp). São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- [39]. ASHBY, Michael F. JOHNSON, Kara. **Materiais e Design: Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design do Produto**. Rio de Janeiro: Campus, 2010.
- [40]. BELCHIOR, Camilo de Lelis. **Reciclando os sentidos: o papel do design na ressignificação dos objetos**. Belo Horizonte, 2011.[41]. EMBRAPOL – INDUSPOL Indústria e Comércio de Polímeros Ltda., Resina Poliéster. Disponível on-line em: <http://www.embrapol.com.br/resina.htm>.