



Faculdade de Tecnologia de Americana – Ministro Ralph Biasi

Curso Superior de Tecnologia de Têxtil e Moda

WALERIA OLIVEIRA DE SOUZA

"BIOMIMÉTICA NO MUNDO DA MODA"
Inovações Tecnológicas

Americana / SP.
2019

WALERIA OLIVEIRA DE SOUZA

"BIOMIMÉTICA NO MUNDO DA MODA"
Inovações Tecnológicas

Monografia com a temática Biomimética aplicado na moda, apresentado à FATEC faculdade de tecnologia de Americana, na conclusão do curso Têxtil e Moda como parte dos requisitos e exigências para obtenção do título de tecnólogo de Têxtil e Moda.

Orientador: Prof. Me Alex Paulo Siqueira

Americana / SP.
2019

FICHA CATALOGRÁFICA – Biblioteca Fatec Americana - CEETEPS
Dados Internacionais de Catalogação-na-fonte

S719b SOUZA. Waleria Oliveira de

Biomimética no mundo da moda: inovações tecnológicas. / Waleria Oliveira de Souza. – Americana, 2019.

73f.

Monografia (Curso Superior de Tecnologia em Têxtil e Moda) - - Faculdade de Tecnologia de Americana – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza

Orientador: Prof. Ms. Alex Paulo Siqueira Silva

1 Biomimética; 2.Biotecnologia 3. Tecnologia têxtil. I. SIQUEIRA, Alex Paulo II. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza – Faculdade de Tecnologia de Americana

CDU: 579:332.6

677

WALERIA OLIVEIRA DE SOUZA

TÍTULO: "BIOMIMÉTICA NO MUNDO DA MODA"

Inovações Tecnológicas.

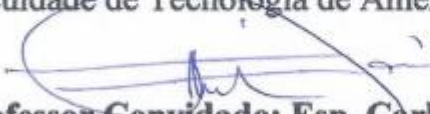
Monografia com a temática Biomimética aplicado na moda, apresentado à FATEC faculdade de tecnologia de Americana, na conclusão do curso Têxtil e Moda como parte dos requisitos e exigências para obtenção do título de tecnólogo de Têxtil e Moda.

AMERICANA/ SP – 09 de dezembro de 2019

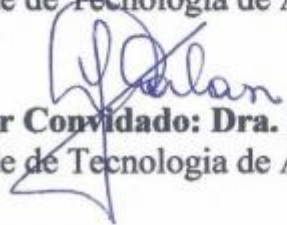
Banca Examinadora



Orientador: Me. Alex Paulo Siqueira
Faculdade de Tecnologia de Americana



Professor Convidado: Esp. Carlos Frederico Faé
Faculdade de Tecnologia de Americana



Professor Convidado: Dra. Doralice de Souza Luro Balan
Faculdade de Tecnologia de Americana

Dedico este meu trabalho aos meus queridos e amados pais Antônio Moreira de Souza e Aparecida Oliveira de Souza que me criaram e me educaram, à eles eu sou grata e não tenho palavras para expressar meu imenso amor, dedico também em especial à minha preciosa e amada filha Jheiciélly de Souza Araújo que me incentivou, foi através dela que eu tomei a iniciativa de fazer a faculdade depois que eu já nem sonhava mais; À meu querido irmão Waldemir Rogério Moreira Souza que despertou em mim vários interesses e me deu muito incentivo moral durante o processo de formação e minha querida irmã Wani Heidi Oliveira de Souza minha companheira e amiga de todas as horas; À Deus que sempre guardou minha família e me deu forças para alcançar um nível mais elevado, dedico o meu coração!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus que atendeu minhas orações e me encaminhou e me fez transbordar de entusiasmo durante essa difícil trajetória, me proporcionou força e coragem nos momentos mais difíceis para enfrentar todos os obstáculos que apareceram pelo caminho. Ao professor, mestre Alex Paulo Siqueira meu orientador, por ter acreditado na minha capacidade de realizar esse trabalho e pela sua disponibilidade e preciosas sugestões. Aos meus queridos pais, à minha amada filha e irmãos que sempre estiveram torcendo por minha vitória. Às colegas mais próximas que foram verdadeiras companheiras, em especial à Domiraide Reia e Anita Hein que ficaram em meu coração por suas grandes generosidades. À todos desta instituição (FATEC) que se disponibilizaram de alguma forma à me ajudar, à todos os professores que nos receberam com simpatia, amor e respeito e compartilharam seus valiosos conhecimentos com carinho e dedicação.

Quando o homem tiver ultrapassado o estado primitivo de sacrifício humano, seja na forma ritual dos astecas ou guerra secular, quando tiver capacitado para regular sua relação com a Natureza, razoavelmente e não cegamente, quando as coisas se tiverem de fato transformado em suas servas e não ídolos, ele defrontará com os conflitos e problemas verdadeiramente humanos; terá que ser aventureiro, corajoso, imaginativo, capaz de sentir prazer e dor, mas seus poderes estarão a serviço da vida e não da morte. Segundo Erich Fromm (EQUILÍBRIO AMBIENTAL pg. 21).

RESUMO

As necessidades e os desejos encontram-se em constantes transformações e neste terceiro milênio a sustentabilidade é o tema mais preocupante e instigante que vem crescendo a cada instante, com tudo a ciência está se renovando a cada dia, com a compreensão mais ampla da natureza nos proporcionando novas tecnologias que amplificam o nosso bem-estar e nos presenteia com novas perspectivas. Porém quando se pensa na moda do futuro, logo vem em mente a curiosidade de saber se ela será capaz de arrebatá-la nossa consciência. O objetivo principal deste trabalho é apresentar a mais recente e promissora metodologia Biomimética e mostrar como ela se relaciona com a moda proporcionando inovações tecnológicas dentro do mundo da moda a partir de uma abordagem bastante transdisciplinar com informações que possa levar o leitor à compreender o funcionamento de certas tecnologias, pois essa metodologia está sendo usada em vários setores e promete revolucionar e impulsionar o mundo em todos os sentidos, aperfeiçoando significativamente o nosso modo de vida.

Palavras-chave: Biomimética Têxtil. Tecnologia Vestível. Moda do Futuro.

Abstract:

Human needs and desires are constantly changing, and sustainability is a crucial issue that has been receiving increasing attention in the 21st century. Technological innovations are improving daily, as well as the broader understanding of nature is amplifying our well-being, and presenting us with new perspectives. When one thinks of the future of fashion, one soon wonders if it will be able to snatch our conscience. The main objective of this work is to present the latest and most promising wearable Biomimetic technology, as well as how it relates to fashion, and how it provides technological innovation in the fashion industry from a transdisciplinary approach. It is intended to gather information that will help the reader to understand how certain technologies work, since they are being used by many industries, and promise to revolutionize and propel the world in every way, significantly enhancing our way of life.

Keywords: Textile Biomimetics; Wearable Technology; Future of Fashion.

LISTA DE FUGURAS

Figura 1: Frequência de ondas liberada por energia atômica.....	20
Figura 2: Representação das cores de acordo com os níveis de energia.....	21
Figura 3: Escala Cromática.....	22
Figura 4: Sistema RGB.....	24
Figura 5: Cores do espectro visível.	24
Figura 6: Imagem de microscopia da estrutura da asa de uma borboleta.....	25
Figura 7: Efeito óptico do tecido de cor estrutural Morphotex	26
Figura 8: Pelo azul vibrante de tarântula, inspira nova cor estrutural.....	27
Figura 9: Camaleão foi fonte de pesquisa.....	29
Figura 10: Cachecol que muda de cor.....	29
Figura 11: Sépias mudam de cor e textura da pele para se camuflar entre os corais.....	30
Figura 12: Estrutura do material Quantum.....	31
Figura 13: A luz se desvia e não reflete o que está atrás.....	31
Figura 14: Pigmentos da pele de Lula.....	33
Figura 15: Células cromatóforos.....	33
Figura 16: Seda natural da teia de aranha.....	34
Figura 17: Teia sinteticamente produzida em laboratório.	34
Figura 18: Jaqueta japonesa Spiber.....	35
Figura 19: Tênis Futurecraft Biofabr.....	35
Figura 20: Trajes "Shark Skin" pele de tubarão.....	36
Figura 21: Nanopartículas da pele do tubarão em 3D.....	36
Figura 22: Bioluminescência.....	37
Figura 23: LED. base na bioluminescência.....	38
Figura 24: Vestido de LED brilha no escuro.....	38
Figura 25: Luz de LED, segurança para os ciclistas.....	39

Figura 26: Periósteeo ósseo inspirando tecidos.....	40
Figura 27: Periósteeo ampliado.....	40
Figura 28: Beleza da flor de Lótus.	42
Figura 29: Têxtura alto limpante das folhas de Lótus.	43
Figura 30: Roupas hidrorrepelente.....	44
Figura 31: Roupas que repelem qualquer líquidos.	44
Figura 32: Material denominado omnifóbico.....	45
Figura 33: Fragmento de um vídeo onde o rapaz muda a cor da camiseta.	46
Figura 34: Representação microscópica do nanofios de nióbio.....	48
Figura 35: Tecnologia vestível e inteligente.....	49
Figura 36: Exoesqueleto.....	51
Figura 37: O exoesqueleto melhora a postura.....	52
Figura 38: Exoesqueleto serve para trabalhadores.....	52
Figura 39: Calça robótica para deficientes.....	52
Figura 40: Berbuda robótica para corrida.....	52
Figura 41: Uniforme robótico para soldados e equipe de salvamento.	53
Figura 42: Vestido robótico araquíndio controlado por ondas cerebrais.....	55
Figura 43: Synapse - Transferência de informações através de neurotransmissores.....	56
Figura 44: Synapse dress possui conexão com o cérebro.....	57
Figura 45: Luz de LED revela humor.....	57
Figura 46: Artista pop biônica Viktoria Modesta.....	58
Figura 47: Designr intelegêntes.....	58
Figura 48: Roupa com sensores e sistema de LED que monitoram sentimentos.....	59
Figura 49: Awelectric sensoree.....	60
Figura 50: Detalhes da peça Awelectric sensoree.....	60

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 READAPTAÇÃO DO MUNDO DA MODA	13
3 PORQUÊ UTILIZAR BIOMIMÉTICA NA MODA?	15
3.1 CONCEITO DE BIOMIMÉTICA	15
3.2 METODOLOGIA BIOMIMÉTICA	16
3.3 A RELAÇÃO DA BIOMIMÉTICA NA SUSTENTABILIDADE	16
3.4 A RELAÇÃO DA BIOMIMÉTICA NA CIÊNCIA E NA TECNOLOGIA	17
4 CONHECIMENTOS BÁSICOS RELATIVOS ÀS TECNOLOGIAS.....	18
4.1 CONHECIMENTOS BÁSICOS RELATIVOS ÀS CORES.....	20
5 BIOTECNOLOGIA	25
5.1 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA BORBOLETA	25
5.2 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA TARÂNTULA	27
5.3 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NO CAMALEÃO.....	27
5.4 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NOS POLVO E SÉPIAS	30
5.5 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NAS LULAS MARINHAS	32
5.6 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA ARANHA	33
5.7 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NO TUBARÃO.....	35
5.8 BIOTECNOLOGIA BIOLUMINESCENTES.....	37
6 NANOTECNOLOGIA.....	40
6.1 NANOTECNOLOGIA INSPIRADA NOS OSSOS DO CORPO HUMANO.....	40
6.2 NANOTECNOLOGIA INSPIRADA NA FLOR DE LÓTUS	41
6.3 NANOTECNOLOGIA DO GRAFENO	45
6.4 NANOTECNOLOGIA DO NÍÓBIO	47
7 ROUPAS INTELIGENTES COM SISTEMA WEARABLE	49

7.1 ROUPAS ROBÓTICAS AUXILIAM O USUÁRIO.....	50
8. DESIGNER ANOUK WIPPRECHT.....	55
8.1 VESTIDOS ROBÓTICOS "SPIDER DRESS"	55
8.2 VESTIDOS ROBÓTICOS "SYNAPSE DRESS"	56
8.3 A ARTE DOS DESIGNEREN CRIATIVOS	58
9 DESIGNER KRISTIN NEIDLINGER.....	59
9.1 ROUPA "GER MOOD SWEA TER"	59
9.2 ROUPA "AWELECTRIC SENSORE"	60
10 CONCLUSÃO.....	61

1 INTRODUÇÃO

O ser humano com o intuito de tornar sua vida cada vez mais agradável, aprendeu extrair recursos do planeta, porém o fez de forma desordenada, agredindo e negligenciando o meio ambiente.

Em uma publicação do jornal on-line da Unicamp Castro (2018), afirma que por consequência degradação terrestre causada pelas atividades humanas, está havendo extinção em massa de várias espécies e conseqüentemente está intensificando mais ainda as mudanças climáticas e comprometendo a qualidade de vida de 2/5 da população global.

Segundo Calixto (2015) da revista Época, estudos demonstram que o planeta está passando pela sexta grande extinção por culpa da humanidade, com uma taxa que corresponde à cem vezes mais que o processo natural.

Segundo Brasil (2004), sem a preservação da natureza não haverá mais vida humana na Terra e devido à esta grande problemática, quando pensamos no futuro, ficamos cheio de incertezas, porém ter esperança é vital, com tudo o objetivo principal do trabalho é apresentar a Biomimética, uma metodologia que está influenciando o mundo, em especial na moda no qual podemos encontrar interessantes resultados.

Segundo o livro de Calton (2001. p. 59 - 61), já estamos vivendo em uma era de muita tecnologia onde atualmente todos os campos do conhecimento estão se fundindo, para um único objetivo, cientistas da computação, matemáticos, geneticistas biofísicos e especialistas biomoleculares e vários outros engenheiros, estão trabalhando todos em conjunto para um mesmo objetivo, buscando na natureza conhecimentos biomoleculares para serem implantados em equipamentos eletrônicos.

Com tudo o desenvolvimento de materiais tecnológicos e sustentáveis está cada vez mais presente no universo da moda, entender as mudanças que já estão ocorrendo e conhecer as novidades são fundamentais de acordo com (FCEM, 2019), *Febratex Group* empresa 100% brasileira especializada em feiras de negócios e maquinários para o setor têxtil.

Para compreender algumas tecnologias é importante conhecer também a Biomimética, sendo ela uma metodologia multidisciplinar que facilita a compreensão, é preciso também mergulhar um pouco na ciência e entender pelo menos os conceitos básicos de física, química, termodinâmica entre outras disciplinas, o objetivo geral é mostrar como a Biomimética se relaciona com a nanotecnologia, biotecnologia e roupas inteligentes, tornando-a mais conhecida e que tenhamos uma noção do futuro da moda.

2 READAPTAÇÃO DO MUNDO DA MODA

Devido à grande problemática do planeta, a moda teve que se readaptar e várias medidas em relação ao lixo tiveram que ser tomadas, também a metodologia Biomimética surgiu como uma das soluções que promete grandes soluções sustentáveis.

A poluição causada pelo plástico se tornou um dos maiores desafios do planeta, estatísticas revelam dados assombrosos, 8 milhões de toneladas de plásticos são jogados anualmente nos oceanos, destruindo assim todo ecossistema natural e ameaçando tanto as vidas marinhas quanto as humanas, com tudo é necessário que cada um reflita e faça a sua parte. Segundo Organização das Nações Unidas (ONU, 2019).

Segundo Elven (2019), cerca de 49% de todas as roupas feitas no mundo são de poliéster, ou seja, fibras de Poli Etileno Tereftalato mais conhecido como (PET), que são misturados com outras fibras para lhe agregar conforto e funcionalidade; De acordo com dados do *Greenpeace*, esse percentual deve quase que dobrar até 2030, pois cada vez mais consumidores buscam elasticidade e resistência em suas roupas, o problema é que o poliéster é nada sustentável.

A moda aderiu ao plástico, pois misturados às outras fibras, garantem vários benefícios como: (mais resistência, beleza, conforto e funcionalidade além de menor custo); porém com a preocupação do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, pediu que empresas de todos os países tomassem medidas drásticas para controlar a temperatura e incluindo a diminuição do uso do plástico. De acordo com (MUNDO DO PLASTICO, 2017).

Refletindo sobre a grande problemática, em 2017, a organização *Textile Exchange* promoveu o uso de tecidos sustentáveis e desafiou várias empresas grandes do vestuário, à aumentar seu uso de poliéster reciclado em 25% até 2020, e isso deu muito certo, em novembro de 2018 foi divulgado uma nota comemorando que participantes não só cumpriram a meta antes do prazo como ultrapassaram, chegando à 36%. Segundo (ELVEN 2019).

Mesmo assim dados divulgados pela Agência de Proteção Ambiental (EPA), relata que os desperdícios de resíduos têxteis aumentaram em 811% entre 1960 e 2015; Embora o desperdício seja gerado de ambos os lados, tanto por meio dos consumidores quanto das marcas, as empresas devem assumir um papel fundamental para definir as práticas éticas, Segundo (CUNHA, 2019).

Vivemos em uma transição em que precisamos reavaliar nossos conceitos e nos readaptar, contudo surge um convite para conhecer a "Ciência Biomimética" que tem um

grande potencial de ensinar lições poderosas e mudar nossas formas de trabalhar, produzir e enxergar o mundo, de acordo com (BROCCO, 2019).

Designers e especialmente da moda estão utilizando da Biomimética para produzir tecidos, aviamentos e várias formas dentre coisas associadas a produtos da moda, contudo essa metodologia vem recebendo crescente atenção. Segundo (MAROJA, 2013).

3 PORQUÊ UTILIZAR BIOMIMÉTICA NA MODA?

Segundo *Brocco* (2017), e *Ecycle* (2019) a Biomimética é um termo relativamente novo que interpela inúmeras questões de desenvolvimento ecológico e tecnológico, também une estética e funcionalidade e está proporcionando projetos sustentáveis para mais de 250 empresas, envolvendo a *Levi's*, *Kohler*, *Boeing*, a *Nike*, a *Herman Miller*, a *General Electric*, e a *Interface*, *Natura*, *Procter & Gamble*, e *General Mills*, entre outras; Foi citada pela Revista *Forbes* como uma das cinco tendências que podem levar empresas ao sucesso.

Conforme Machado (2017), produtos criados inspirando-se na natureza sempre contam com um *design* mais rebuscado e com mais originalidade, são os chamados *designers* inteligentes, seu uso é imprescindível para quem busca maiores evidências, as pessoas que usam tornam-se destaque e referência.

Segundo Souza (2016) redator da *Habitus* Brasil que traz notícias sobre as tendências de *design*, coloca *Marko Brajovic*, como uns dos maiores nomes nas áreas de *design* Biomimético, e que em entrevista afirma que estudar a natureza com a Biomimética é como encontrar uma fonte de inspiração infinita.

3.1 CONCEITO DE BIOMIMÉTICA

"Em 2010, a *BusinessWeek* nomeou *Janine Benyus* como uma das *Designers* Mais Influentes do Mundo. Em 2012, recebeu o prêmio *Cooper-Hewitt National Design Mind* do Instituto *Smithsonian*". Segundo (PROJECT DRAWDOWN, 2019).

O termo Biomimética foi cunhado pela bióloga, *Janine Benyus* com objetivo de apontar um caminho para busca de inspirações e tentar resolver muitos problemas humanos, a palavra origina-se do grego onde bio significa vida e *mimesis* imitação, traduzindo significa "imitação da vida"; A Biomimética sugere proposta de olharmos para a natureza não apenas de forma superficial ou romântica, mas de maneira mais profunda, lúcida e evolutiva, legitimando-a como nossa conselheira, parâmetro, referência e modelo.

Conforme um comentário de *Michael Pawlyn*, editorialista do jornal *The New York Times* no site *Biomimicry institute* (PAWYN, 2019), devemos aprender a olhar para a natureza como um catálogo de produtos.

"*Giane Brocco* (...), pioneira ao trazer a Biomimética ao País (...), certificada Especialista em Biomimética pelo Biomimicry 3.8 (EUA) e Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas". (BROCCO, 2017).

3.2 METODOLOGIA BIOMIMÉTICA

A metodologia Biomimética baseia-se em pesquisar padrões geométricos, matemáticos, funcionais, químicos, construtivos, estéticos e comportamentais de todo os sistemas vivos. De acordo com (ECYCLE, 2019).

Segundo *Brocco* (2017), ao analisar essas estruturas biológicas e organizacionais da natureza, suas propriedades, funções e soluções estratégicas que ocorrem através das metamorfoses, possibilitando assim a extração de conhecimentos necessários para quê através de sua compreensão seja possível formular novas ideias e inspirações que possibilitem a reprodução de tecnologias similares e apropriadas.

3.3 A RELAÇÃO DA BIOMIMÉTICA NA SUSTENTABILIDADE

Ainda conforme as afirmações de *Brocco* (2017), a natureza possui capacidade de solucionar inúmeros problemas, são várias habilidades desenvolvidas em bilhões de anos, com tudo o a Biomimética tem o objetivo de encontrar soluções através de códigos estilísticos para reproduzir mecanismos semelhantes e sincronizar o ser humano com os produtos, essa metodologia possibilita reproduzir produtos econômicos e ambientais saudáveis; Na natureza existem ainda várias espécies de seres vivos não catalogados que significam uma ampla base de informações e soluções inimagináveis no qual podemos nos basear.

"O objetivo da Biomimética é o estudo das estruturas biológicas e das suas funções (...). Trata-se de usar a natureza como fonte de criação e inovação e permitir que a vida prospere na Terra. A natureza, afinal, é abundante em recursos e inspirações". (BROCCO, 2017).

Em relação a cores, com os novos processos, as etapas de tingimentos passam por uma mudança que descarta a utilização de elementos químicos tóxicos e poluentes, contribuindo assim com a sustentabilidade. Conforme (FCEM 2019).

3.4 A RELAÇÃO DA BIOMIMÉTICA NA CIÊNCIA E NA TECNOLOGIA

Segundo *Giane Brocco*, fundadora do *Biomimicry* Brasil, a natureza possui multifuncionalidades; Os organismos vivos foram capazes ao longo de vários séculos desenvolverem estruturas e materiais resistentes e muito bem adaptados através das seleções naturais, portanto a autocura é apenas uma entre tantas funcionalidades, entender como toda essa ciência funciona, suas estruturas, morfologia, fisiologia e bioquímica, poderá ser possível desenvolver ferramentas e artefatos tecnológicos similares e ecologicamente corretos, que tenham com tudo uma aproximação orgânica para que funcionem como organismos vivos, podendo assim beneficiar diversas áreas passando por todas as áreas tecnológicas, desde pequenos utensílios até grandes projetos arquitetônicos dos mais variados. De acordo com (BROCCO 2017).

4 CONHECIMENTOS BÁSICOS RELATIVOS ÀS TECNOLOGIAS

Conforme já mencionado a Biomimética se relaciona com a tecnologia e consequentemente também com a nanotecnologia, biotecnologia e roupas inteligentes e serão detalhados nos próximos capítulos, porém não é possível assimilar o funcionamento sem base de conhecimentos em múltiplas ciências, no entanto serão pinceladas algumas informações relevantes ao decorrer de todo o trabalho que poderão ajudar bastante na compreensão.

Primeiramente é importante entender que para construção de qualquer tecnologia existem matérias primas essenciais que servem como blocos fundamentais de construção; são eles os: (bits, neurônios, genes e átomos), Segundo (CALTON, 2001 pg.37).

Segundo Magalhães (2019) e Moreira (2011), o átomo é a unidade que compõem qualquer matéria que se encontra em todo universo, existem sete camadas em torno do núcleo e oito elétrons por camada que orbitam em torno do núcleo, as camadas mais externas são sempre mais energéticas. As energias estão por todo universo por causa desses movimentos e muitas tecnologias são provenientes da interação dos átomos entre si.

Bits é a menor unidade de informação digital que pode ser armazenada ou transmitida em um computador, Um *bit* pode assumir somente dois valores, 0 ou 1, essas combinações formam códigos binários de linguagem. (SIGNIFICADOS 2013).

Cientistas conseguiram colocar 1 *bit* em um espaço de apenas 12 átomos, envolvendo a nanotecnologia de *microchips*, porém outras nanotecnologias formaram descoberta também com a Biomimética. (TECMUNDO 2012).

De acordo com Santos (2019), gene é a unidade fundamental da hereditariedade, as junções dos genes formam um segmento que origina o (DNA), ou seja, ácido desoxirribonucleico, no qual contém uma série de códigos que servem como instrução para a síntese de uma proteína que desempenha funções específicas na formação e funcionamento do corpo. A manipulação desses elementos constitui a biotecnologia.

Segundo Moreira (2011), as células são nanomáquinas da natureza em escala subatômica, porém os elementos estão em um nível mais básico em uma nanoescala, potencialmente é possível colocar esses átomos juntos para se construir qualquer coisa.

Segundo Abrão (2019) e Varella (2019?), neurônio é a unidade básica do sistema nervoso, é responsável por transmitir impulsos ao cérebro, são três tipos principais: os neurônios sensoriais; os motores; e os interneurônios, cada neurônio possui diversos tipos de substâncias químicas podendo provocar diversas reações dependendo dos estímulos

recebidos, portanto muitos cientistas já entendem esses processos e conseguem causar estímulos usando os conhecimentos químicos.

Conforme Santos (2016), os *chips* estão sendo a resposta para resolver alguns dos problemas associados com a tecnologia, estes sistemas estão se tornando tão minúsculos quase como um pó, devido a sua miniaturização, são os chamados *mu-chips*, podemos estar sendo invadidos ou recobertos por chips sem ao menos nos dar conta.

Os "*mu-chips*" possuem apenas 7,5 *mícrons* de espessura. De acordo com Simulações de Organizações Internacionais, (SOI INDUSTRY CONSORTIUM, 2019).

As células do corpo podem ser conectadas como os *chips* de computador, as informações entre as células são transportadas umas às outras através de uma rede de fios-guia com uma distâncias nanométricas entre as células, são uma espécie de nanotubos por onde são transmitidas as informações, ou seja a química que causam os estímulos, é mais ou menos parecido como uma rede de computador, mas o que é surpreendente é o fato desses circuito serem altamente flexíveis podendo a rede ser reconfigurada rapidamente para fornecer soluções imediatas conforme a informação recebida, coisa que nenhum microprocessador feito pelo homem até o presente momento foi capaz de realizar de forma tão ágil. Conforme (4 MEDIC, 2019).

Conforme Frageli (2015), uma nova tecnologia de *microchips* conhecida como "*Organs-on-Chips*", ou em português "órgãos em *chips*", são criados a partir de polímeros que compreendem minúsculas unidades estruturais que se repetem ao longo da cadeia química molecular, possuindo canais por onde circulam micros fluidos, cada *chip* há um sistema formado por células sanguíneas associadas à células de um órgão específico que se queira simular o funcionamento, são flexíveis e resistentes, também tem a tecnologia denominada "*lab-on-a-chip*", que cria um *chip* com micro canais que imitam um laboratório.

Segundo Stone (2016), *chips* biodegradáveis que monitoram o cérebro e se autodestroem na sequência dissolvido no líquido cefalorraquidiano até serem totalmente absorvidos pelo corpo, foram projetados com o propósito de ajudar médicos à monitorarem pacientes que recentemente sofrem de algum dano cerebral ou traumático, veremos mais adiante a tecnologia das roupas inteligentes, que também está sendo capaz de interagir com o corpo e com o cérebro através de informações contidas em *microchips*, fazendo monitoramento corporal em tempo real e auxiliando o usuário.

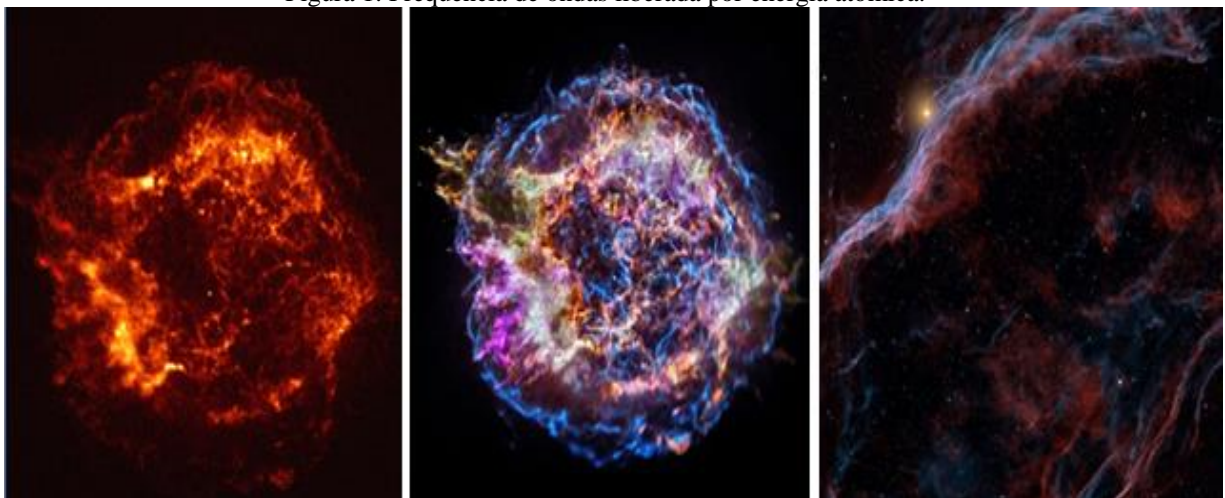
4.1 CONHECIMENTOS BÁSICOS RELATIVOS ÀS CORES

Será descrito neste capítulo alguns conhecimentos básicos correlacionado com o capítulo 4 referente aos átomos que relata ao fato de como enxergamos as cores, para compreensão da nova tecnologia de cores estruturais baseado na ciência Biomimética, que serão especificadas nos próximos capítulos.

Segundo Assis (2013), as cores são compostas de estruturas que através da termodinâmica dos átomos absorvem certas quantidades de energias, ou seja, parte do espectro da luz visível, causando a excitação de elétrons nos orbitais superiores e que ao liberarem essa energia criam um determinado comprimento de onda no qual caracteriza a cor observada, a cor estrutural por sua vez difere da cor química, pois é consequência de efeitos óticos superficiais.

Cada átomo é constituído de um núcleo contendo: (neutros, carga neutra), (prótons carga positiva) e (elétrons carga negativa), dentro dos prótons e dos neutros ainda possui os Quarks responsáveis pela força nuclear forte, com os Bósons de Higgs que são partículas elementares bosônica, com energia mais forte que a força elétrica, teoricamente surgida logo após o Big Bang. Conforme mostrado na figura 1, os menores componentes do átomo são formados por energia pura, são os fótons e glúons que nem massa tem, fótons são partículas de luzes batizadas por Einstein. De acordo com (MUNDO ESTRANHO, 2018) e (PIMENTA, 2013),

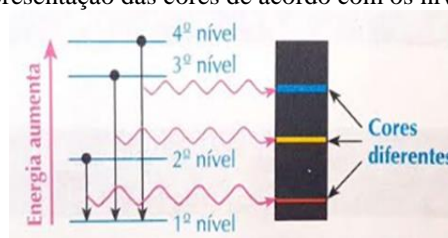
Figura 1: Frequência de ondas liberada por energia atômica.



Fonte: NASA, 2019.

As luzes se formam da interação entre os átomos, os elétrons se movimentam ao redor do núcleo em trajetórias circulares passando por vários níveis, cada camada possui um determinado valor de energia, não é permitido que um elétron permaneça entre dois níveis, podem transitar de um nível para outro desde que absorva energia necessária, porém quando volta ao nível anterior libera energia em forma de luz, conforme é mostrado na figura 2, cada nível representa uma determinada cor, que é transmitida em ondas. Segundo (PERUZZO, 2010, pg. 98).

Figura 2: Representação das cores de acordo com os níveis de energia.



Fonte: PERUZZO 2010. p. 100

Essa transferência de nível ocorre, porque existe uma tendência dos átomos das matérias trocarem temperaturas entre si ao se chocarem uns com os outros, chamamos isso de termodinâmica, ou seja, os átomos de uma matéria com temperatura mais elevada transferem calor, enquanto os átomos da matéria com temperatura mais baixa absorve o calor, após essa ocorrência não havendo nenhuma outra interferência posterior, o elétron tenderá a voltar à própria órbita de origem, liberando a quantidade de energia que antes absorvera ou seja emitindo um fóton, este fenômeno é denominado "emissão espontânea". Segundo o livro Fundamentos da Termodinâmica (SONNTAG, 2009, p. 97).

Existem várias forças energéticas espalhadas em todo universo, sendo os quasares a estrutura astronômica mais poderosa, o maior deles possui uma dimensão de quatro bilhões de anos-luz emitem mais energia do que 100 galáxias normais juntas, podendo ser trilhões de vezes mais brilhantes que o sol. Segundo o Centro de pesquisa em arquivos científicos de astrofísica de alta energia. (HEASARC, 2019).

As luzes emitidas pelo universo viajam pelo vácuo do espaço à uma velocidade de 299.792.458 km/s formando ondas por causa das perturbações de todos os movimentos existentes. Existem dois tipos, ondas transversais e longitudinais, dependendo da direção que

está viajando e a maneira como essas partículas de ondas interagem com cada matéria depende dos detalhes de toda uma configuração. Segundo (HOLZNER. 2012 pg. 161- 162).

Existem várias frequências de ondas que nós expressamos em hertz (Hz), que são os números de oscilações por segundos.

Conforme Peruzzo (2010, pg.98), cada frequência forma um determinado comprimento de onda, as faixas de frequência muito alta são invisíveis, mas podem causar queimaduras.

Por outro lado, os olhos são fatores determinantes para enxergarmos. Segundo Oliveira (2010), o olho humano só é capaz de enxergar uma estreita faixa de ondas luminosas, normalmente entre 380 à 700 nanômetros, compondo assim uma escala de cores que forma uma linha que vai do violeta ao vermelho de acordo com a figura 3, o que fica além da extremidade do vermelho é chamado de infravermelho e o que fica além da extremidade do violeta é chamado de ultravioleta e além dessa faixa não é possível para o ser humano enxergar sem o uso de equipamentos, portanto alguns animais por questões biológicas possuem estruturas nos olhos mais desenvolvidas e assim conseguem enxergar muito mais cores que os seres humanos.

Figura 3: Escala Cromática.



Fonte: INCRÍVEL, 2019.

Segundo Abreu (2019), os olhos humanos são adaptados e responsáveis por colher várias informações gerando resultados de cor, forma, tamanho, distância e noções de espaço, o pequeno orifício negro central do globo ocular chamado de íris controla toda a entrada de luz dilatando ou contraindo em resposta às condições de iluminação, porém é na retina que tudo acontece, uma pequena área que concentram milhões de células fotorreceptoras ligadas à neurônios que transformam radiação luminosa em impulsos nervosos.

São dois grupos de células sensíveis na percepção de luz: as células Cones e as Bastões, no qual faz a captação das radiações de ondas luminosas, decifrando e decodificando e transformando essas informações em sinais elétricos e enviando-os através dos nervos óticos para serem registradas pelo cérebro. As células Bastonetes são capazes

captar luzes em ambientes escuros, porém não possuem capacidade de identificação de nenhuma cor, já as células Cones só nos permite enxergar na presença da luz, mas são elas que diferenciam a tonalidade da cor de acordo com o comprimento de onda de luz que foi emitida pela estrutura. São aproximadamente seis milhões de células Cones sensíveis à luz em cada olho, que por sua vez são subdivididas em três subconjuntos:

- Conjunto de células Cianopigmento capta ondas curtas e reconhecem a cor azul.
- Conjunto de células Cloropigmento capta ondas médias e reconhecem a cor verde.
- Conjunto de células Eritopigmento capta ondas longas e reconhecem a cor vermelha.

Cada subgrupo dessas células Cones dentro da retina é capaz de captar diferentes tamanhos de ondas de luzes e distinguir as cores azul, verde e vermelho, a sobreposição desses três conjuntos cria a percepção de todas as outras cores que conhecemos.

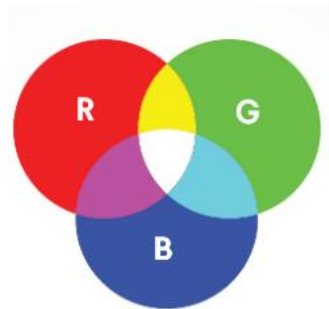
Segundo Oliveira (2010), estimativas de experimentos científicos demonstram que o ser humano pode possuir capacidade de distinguir até 10 milhões de tonalidades de cores, muitas com diferença bem sutis; Existem ainda pessoas que possui defeito em alguns desses conjuntos de células refletoras, não podendo, no entanto identificar certas cores, quando isso acontece dizemos que a pessoa é daltônica, porém já existem lentes espectrais feita pela empresa *EnChroma* que otimiza a visão de cores.

Um projeto chamado “*Moonshots Projects*” cientistas estão sendo capazes de recriar o próprio olho humano para devolver a visão para cegos, baseia-se na função de células nervosas sensíveis aos fotorreceptores que recebem raios de luz e os convertem em sinais elétricos transmitidos ao cérebro através do nervo óptico. Segundo (NOTÍCIAS DE ISRAEL, 2019).

De acordo com Ellis (2019), para os criadores de design é importante conhecer a diferenças entre os sistemas CMYK e RGB para poder planejar e assim otimizar o processo.

Conforme Ferreira (1977, p. 45), para obter qualquer cor é só fazer combinações das três cores primárias, notem na figura 4, que neste sistema RGB, a mistura de todas as cores com a superposição de luzes é o branco, que reflete todas as cores, essa síntese é chamada aditiva, no entanto o preto neste sistema está ausente, portanto é reconhecido como sendo ausência de luz porque absorveu toda a energia, sendo incapaz de refletir.

Figura 4: Sistema RGB.



Fonte: ELLIS, 2019.

De acordo com Romero (2017), as estruturas mais escuras são as que mais absorvem a luz do sol, o preto com 98%, cinza-escuro com 90%, verde-escuro com 79%, azul-escuro com 77%, amarelo-escuro, marrom e vermelho-escuro absorvem 70%.

Notem na figura 5 que de acordo com as frequências e os comprimentos de ondas são formadas as cores.

Figura 5: Cores do espectro visível.

Cor	Comprimento de onda	Frequência
vermelho	~ 625-740 nm	~ 480-405 THz
laranja	~ 590-625 nm	~ 510-480 THz
amarelo	~ 565-590 nm	~ 530-510 THz
verde	~ 500-565 nm	~ 600-530 THz
ciano	~ 485-500 nm	~ 620-600 THz
azul	~ 440-485 nm	~ 680-620 THz
violeta	~ 380-440 nm	~ 790-680 THz

Espectro Contínuo

Fonte: MINILUA, 2019.

5 BIOTECNOLOGIA

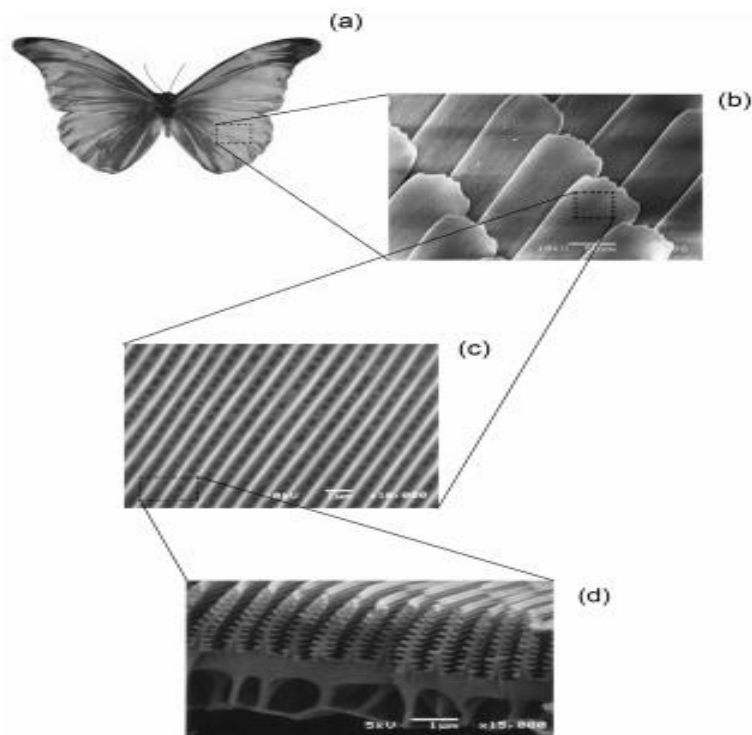
Biotecnologia se define como tecnologias que se utiliza de organismos vivos, ou simplesmente produtos inspirados à partir do conhecimento deles. De acordo com (TODA MATÉRIA, 2019).

As aplicações mais importantes estão relacionadas com a área da medicina, agricultura, alimento, meio ambiente, entre outros, mas apresentaremos especialmente as tecnologias relacionadas às áreas do vestuário.

5.1 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA BORBOLETA

A experimentação inicial da cor estrutural foi descoberta através da microscopia de super-resolução feita nas estruturas da asa da borboleta da espécie *Blue Morpho*, conseguindo detalhamento nítido das estruturas, conforme é mostrado na figura 6. Segundo *The Project on Emerging nanotechnologies* (PEN, 2019) e (ASSIS, 2013).

Figura 6: Imagem de microscopia da estrutura da asa de uma borboleta.



Fonte: ASSIS, 2013.

Conforme é mostrado na figura 7, a reprodução das estruturas do mesmo tamanho molecular das asas da borboleta, utilizando polímeros, originou o tecido *Morphotex* causando a cor estrutural com efeito de múltiplas reflexões internas de interferências óticas.

Figura 7: Efeito óptico do tecido de cor estrutural *Morphotex*.



Fonte: *DONNA SGRO*, 2019? Fotografia: *Lin Wei*.

Essa tecnologia é sustentável, foi criada pelo químico de polímeros e físico da Universidade *Soochow* na China, *Qin Zhang*, alternativamente podendo as cores serem ajustadas ao controlar o tamanho das nanopartículas. (ASSIS, 2013).

"(...) quatro tipos de cores básicas como vermelho, verde, azul e violeta podem ser desenvolvidos controlando-se precisamente a espessura da camada de acordo com o comprimento de onda visível. O *Morphotex* tem ampla aplicação, por exemplo, filamento, fibra de atalho e materiais em pó". Segundo (PEN,2019).

5.2 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA TARÂNTULA

Uma espécie de tarântula de cor azul vibrante também inspirou a tecnologia, conforme é mostrado na figura 8, esse tipo de cor estrutural não desbota, sendo, portanto, ecologicamente corretos; Afirma o criador *Kai Hsiung* e seus colegas. Essa nova biotecnologia poderá ser lançada no mercado em cinco ou dez anos. Segundo (LEITE, 2019) e (WILEY ONLINE, 2017).



Fonte: WILEY ONLINE LIBRARY, 2017.

"(...) material de cor estrutural altamente periódico que mostra cores consistentes em todas as direções no artigo número 1600599 (...) essa estrutura fotônica é hierárquica e possui altos graus de simetria rotacional em escalas espaciais adequadas". (WILEY ONLINE LIBRARY, 2017).

5.3 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NO CAMALEÃO

As roupas terão camuflagem com células biônicas inspiradas em camaleão e também em outras criaturas; ganhando versatilidade, ou seja, poderá ficar escura para adequar ao frio da manhã, mas conforme o sol for ficando intenso poderá ficar clara para refletir a luz forte. Segundo (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2012).

Cientistas dos institutos de Biologia e Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Genebra, na Suíça concluiu que o processo alternar em diversas tonalidades

de cores, se dá por um conjunto de células estruturais refletoras chamadas de cromatóforos, essas células ficam dispostas em várias camadas na pele do animal, fazendo com que elas se sobrepõem gerando várias tonalidades de cores conforme a incidência de luz; cada cromatóforo é cercado pela musculatura e conforme os músculos relaxam ou contraem mudam a forma de como elas se sobrepõem umas com as outras e conseqüentemente a maneira como elas são mostradas, mesmo que o animal pareça estar parado qualquer estímulo do cérebro seja por humor ou para fins térmicos o animal pode fazer alterações de cor com um simples movimento muscular, relaxando ou se contraindo. Conforme o (BLOG MCIENTÍFICA, 2012).

As células indóforos estão localizadas nas camadas mais profundas não refletem a luz visível e sim a luz infravermelha, com isso significando que as mudanças também ocorrem devido à proteção térmica. Segundo (OPINIÃO & NOTÍCIA, 2019).

Cada conjunto de células são parecidos com nanocristais capazes de refletir um determinado comprimento de ondas de luz, emitindo assim diferentes cores, os cristais fotônicos são estruturas tridimensionais normalmente de materiais cerâmicos com cavidades semelhante à de uma colmeia, segundo a cor que refletem sob luz branca. Segundo (ASSIS, 2013).

Essas células são divididas em subclasses:

- Xantóforos (amarelos)
- Eritróforos (vermelhos)
- Leucóforos (brancos)
- Melanóforos (pretos/castanhos)
- Cianóforos (azuis).
- Iridóforos(reflectivo/iridescentes).

"A matriz e as cavidades podem ser intercaladas com meios de diferentes índices de refração, resultando em um sistema com a capacidade de atuar sobre os fótons incidentes, confinando ou limitando a propagação da luz em seus diversos meios; (...) Esse arranjo estrutural permite assim, ao variar as distâncias ou propriedades de cada meio, controlar e manipular do fluxo de luz possibilitando a confecção de guias óticos, ideais para a fabricação de fibras ou microchips capazes de transmitir grandes capacidades de dado A aplicação desses cristais na confecção de lentes, membranas ou tintas que alteram a coloração". (ASSIS, 2013).

Para controlar a temperatura o animal faz contração muscular, e as diferentes células refletoras distribuídas nas várias camadas do corpo do animal podem fazer arranjos de células sobrepostas e criar efeitos e padrões de cores em escala cromática que ficam desenhadas no corpo do animal; Em outro caso a mudança de cor no camaleão se dá pelos sentidos do humor, ficando o animal de uma só cor, pois todas as células recebem o mesmo comando enviado pelo cérebro, quando calmo o arranjo se dá de forma densa e os comprimentos de ondas vão do verde ao azul, mas quando excitado, cores como o amarelo, o laranja e o vermelho são refletidas, muito visto quando o macho quer cortejar uma fêmea ou enfrentar um macho concorrente.

O camaleão possui muito mais cores conforme a figura 9, porém tem muitas outras cores que nossos olhos não são capazes de enxergar por causa das combinações das células iridóforos que refletem também o infravermelho.

Toda essa tecnologia já pode ser vista em acessórios têxteis, conforme é mostrado na figura 10 em *Chameleon*. (BLOG MCIENTÍFICA, 2012) e (OPINIÃO & NOTÍCIA, 2019).

Figura 9: Camaleão foi fonte de pesquisa.



Fonte: HOJE EM DIA, 2015.

Figura 10: Cachecol que muda de cor.



Fonte: HAMMERSCHMIDT, 2015.

Esse cachecol é capaz de mudar de cor de acordo com o contexto, o tecido é composto com camadas distintas de estruturas que refletem diferentes tonalidades assim como as células do camaleão respondendo também a cada tipo de iluminação e também temperatura; As partes pretas são tingidas com tinta termocrômica que responde à temperatura corporal do usuário,

as áreas brancas do cachecol, por sua vez, contam com uma tintura fotocromática, que reage à luz UV e fica laranja quando iluminada pelo sol, enquanto alguns trechos verde-claros usam um material fotoluminescente e emitem um brilho azul-esverdeado quando está no escuro.

Essa tecnologia está sendo aplicada também em tintas de cabelo, mudando a cor de acordo com a temperatura ambiente. Conforme o (ESTADO DE SÃO PAULO, 2017).

5.4 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NOS POLVOS E SÉPIAS

De acordo com Rocha (2015) os polvos conseguem se camuflar mesmo sem possuir luz própria.

Conforme Patriota (2018), e com o dossiê técnico Souza (2013), os polvos e as sépias, são criaturas mestres no disfarce com uma habilidade fantástica de se camuflar imitando o ambiente e se combinando instantaneamente com substâncias como a areia ou coral, tornando-as assim quase invisível, conforme é mostrado na figura 11.

Figura 11: Sépias mudam de cor e textura da pele para se camuflar entre os corais.



Fonte: ROCHA, 2015.

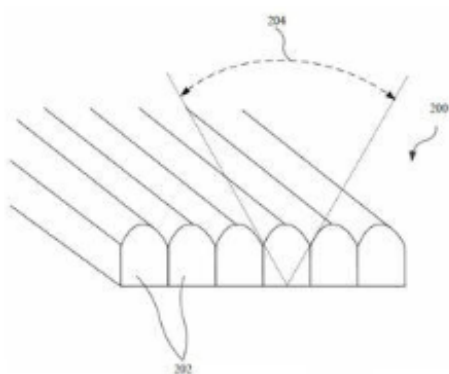
As células responsáveis pelas variações cromáticas das criaturas são chamadas cromatóforos, iridóforos, e leucóforos; elas são capazes de refletir as cores do

ambiente externo à sua volta como um espelho, ou criarem padrões de cor que se modificam conforme as luzes as atingem, o efeito é controlado por contrações musculares que regulam o tamanho dos espaços dos nervos que deixam as células refletoras à mostra, portanto conseguem fazer isso em apenas dois segundos, porém o que acontece é que além das mudanças de cor, possuem também projeções chamadas papilas que as permitem mudar as texturas de sua pele; Estudiosos investigando as proteínas que compõem a pele do animal conseguiram alguns progressos reproduzindo a mudança de cor fazendo alteração de uma voltagem aplicada sobre uma fina camada de cristal líquido, segundo *Alon Gorodetsky* engenheiro químico que lidera a pesquisa diz que esse conhecimento poderá servir como base para ser aplicado em fardas de soldados para que possam refletir o ambiente tornando-os praticamente invisíveis.

Cientistas da *University of California* desenvolveram uma placa que envolve silício, que pode mudar de cor com uma levíssima aplicação de força, material é mil vezes mais fina que um fio de cabelo humano, flexível, moldável e tem propósito militar. Segundo (HAMMERSCHMIDT, 2015).

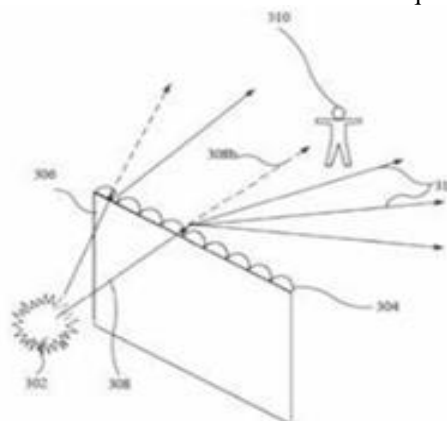
Uma empresa canadense líder em uniformes de camuflagem militar faz várias demonstrações em vídeos do efeito de invisibilidade, o material funciona como um escudo com efeito de invisibilidade, é baseado na biotecnologia e está associado ao formato das estruturas do material conforme é ilustrado na figura 12, de um lado o material forma uma estruturas parecida com pequenas montanhas contínuas, do outro lado é plano de modo que quando a luz atingi o material, ela se desvia e não reflete o objeto que está por trás, conforme é ilustrado na figura 13. Conforme (HYPERSTEALH BIOTECHNOLOGY CORP, 2019).

Figura 12: Estrutura do material Quantum.



Fonte: GIGAZINE, 2019.

Figura 13: A luz se desvia e não reflete o que está atrás.



Fonte: GIGAZINE, 2019.

O material de camuflagem óptica foi denominado de “*Quantum Stealth*”, o inventor é *Guy Kramer*, CEO da *HyperStealth Biotechnology Corporation*, essa mesma empresa já anunciou quatro pedidos de patentes, o primeiro é o material que serve como um escudo que oculta um alvo no espectro visível, o material é fino e flexível capaz de se dobrar, e não apenas curva a luz visível dos objetos como também as ondas ultravioleta e infravermelho bloqueando assim o espectro térmico, portanto serão úteis também à noite para escapar de câmeras infravermelhas; Esse material permitirá esconder pessoas, veículo, navios, naves espaciais até mesmo edifícios; (Segundo NEWSWIRE, 2019).

O segundo pedido de patente feita por essa mesma empresa é um novo "Amplificador de painel solar", que usa o mesmo material, o terceiro pedido é simplesmente chamado de "Sistema de Exibição", capaz de produzir imagens holográficas, o quarto é "Dispersão", desvio e manipulação de laser.

5.5 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NAS LULAS MARINHAS

De acordo com Costa (2015) e Romanzoti (2015), as lulas são capazes de irradiar cores cintilantes através de sua pele, causando assim um efeito parecido com um show de luzes, conforme pesquisa, isso acontece porque essas criaturas fazem arranjos estruturais com nanocristais em suas células iridóforos, refletindo ondas de luz de diferentes comprimentos e causando alterações de cores conforme explicação mencionada no capítulo 4.1, porém os cientistas estão tentando encontrar pistas para descobrir como essas células cromatóforos reagem, pois quando os cientistas desligaram a conexão do cérebro das lulas com seus corpos, elas pararam por alguns dias, mas depois voltou ao comportamento de antes, fazendo-os concluir que esses impulsos não tem conexão com o cérebro, porém o que se sabe no entanto é que elas possuem uma espécie de saco com pigmentos, conforme é mostrado nas figuras 14 e 15 circundado por músculos e ao receberem estímulos contraem-se fazendo o saco expandir causando o efeito óptico que faz parecer luzes que se acendem e se apagam na pele no animal.

"Uma característica bastante comum entre os cromóforos é a presença de um ou mais anéis benzênicos (hidrocarboneto aromático) com ligações do tipo π ... devido às energias envolvidas neste tipo de ligação, os fótons preferencialmente absorvidos, apresentam ligações simples e duplas alternadamente, chamadas de ligações conjugadas, encontram-se sempre em uma mesma distância entre si, devido à ressonância característica das ligações carbono-carbono e as nuvens eletrônicas podem assumir um aspecto contínuo. Essa característica faz com que a absorção se dê tipicamente no intervalo do visível". Segundo (ASSIS, 2013).

Figura 14: Pigmentos da pele de Lula.



Fonte: ROMANZOTI, 2015.

Figura 15: Células cromatóforas.



Fonte: ROMANZOTI, 2015.

5.6 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NA ARANHA

Conforme a figura 16, a fibra natural da teia de aranha possui uma combinação de características muito cobiçadas, há anos pesquisadores se esforçam tentando reproduzir as propriedades únicas desse fio, suas características são excepcionalmente leve, elástica, flexível e tão forte que se fosse da espessura de um lápis poderia interromper um avião em pleno voo, pode ser usada na fabricação de coletes à prova de bala e fabricação de cordas de suspensão para pontes, pois sua tração supera a do aço, se banhado em grafeno então sua utilidade será ainda mais extraordinário, além disso, a teia é biodegradável sendo compatível ao organismo humano, servindo na medicina regenerativa; O fio já é utilizado para fazer reestruturações cirúrgicas, suturas para implantes, reparação de medula espinhal, coração e células-tronco, ossos, cartilagem e estimular a cicatrização dos ligamentos de tendões; Para a produção da teia, a aranha secreta uma solução proteica por meio de um orifício, ao longo do canal a acidez muda e a pressão aumenta, gerando moléculas que se ligam formando cadeias, conforme a figura 17, já é possível reprodução de fibra híbrida em laboratório formada por

proteínas naturais do bicho da seda misturadas à proteínas de origem aracnídea em bactérias, chegando essa a ser quatro vezes mais resistente que a da seda natural de aranha, mas por outro lado a elasticidade deixou à desejar, mas na indústria têxtil pode representar uma proteção mais leve para o corpo. De acordo com (ESCOBART, 2015), (COLERATO, 2017) e a nota da *Agence France-Presse* (AFP, 2017).

Figura 16: Seda natural da teia de aranha.



Fonte: AFP, 2017.

Figura 17: Teia sinteticamente produzida em laboratório.



Fonte: COLERATO, 2017.

Esse material tem fonte renovável, é livre de crueldade, biodegradável e exige menos corantes tóxicos para o seu tingimento; A utilidade dessa tecnologia de fios de seda aracnídeos para produtos no mercado ainda se encontra em expansão, além da área têxtil e de calçados conforme demonstrado nas figuras 18 e 19, também será útil para as áreas de móveis, esportes, robótica e aeroespacial.

Figura 18: Jaqueta japonesa *Spiber*.



Fonte: COLERATO 2017.

Figura 19: Tênis *Futurecraft Biofabr*.



Fonte: COLERATO 2017.

Além das fibras sintetizadas em laboratório, a ciência também foi capaz de produzir o bicho da seda transgênico, por meio da inserção de genes aracnídeos, sendo esse um passo muito importante originando novas perspectivas, segundo o pesquisador Malcolm Fraser Jr., da Universidade de *Notre Dame*, essa fibra é ecologicamente correta podendo melhorar os materiais químicos e até substituí-los, com esses avances, produtos feitos com esse material prometem chegar ao mercado em larga escala. Segundo (FRASER, 2019).

Segundo Colerato (2017) “os principais ingredientes [da seda sintética] são levedura geneticamente modificada, água e açúcar. A seda crua é produzida através da fermentação, igual o processo de fermentação da cerveja, exceto que em vez da levedura transformar o açúcar em álcool, ela o transforma em matéria-prima de seda de aranha. A *Bolt Threads* fia essa matéria-prima usando um método semelhante ao processo de fiação usado para criar fibras à base de celulose como o *Lyocell*”

5.7 BIOTECNOLOGIA INSPIRADA NO TUBARÃO

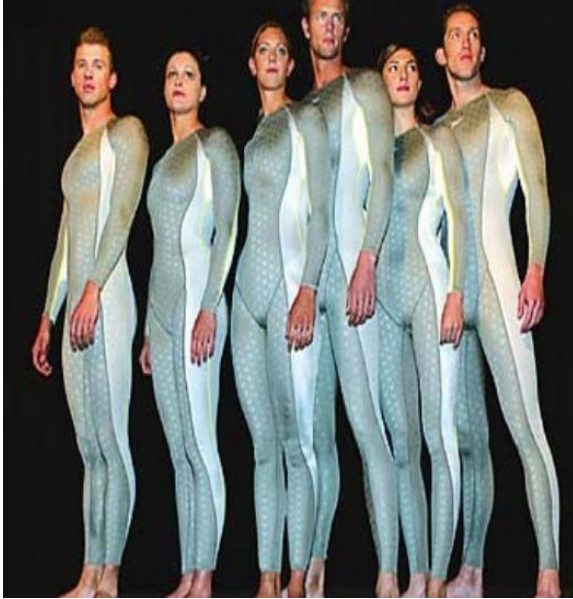
Segundo Bicca (2019?), o tubarão é considerado a criatura aquática mais rápida possuindo características hidrodinâmica e antibacterianas, foram quatro anos de pesquisas para desenvolver a nova tecnologia "*shark skin*" (pele de tubarão), conforme a figura 20, que resultou à criação de um tecido elástico, confeccionado com micro filamentos de poliéster (75%) e fios de elastano (25%), que molda o corpo como se fosse uma segunda pele produzidos para competidores de alta performance.

De acordo com Mateus (2014) e conforme é mostrado na figura 21, a pele do tubarão é formado por nanopartículas em formato de escamas com arestas que canalizam a água, permitindo ao tubarão nadar com a mínima resistência chegando alcançar 50 km/h, reduzindo seu atrito 8,7% quando nadam lentamente, eles também se contorcem ao nadar o que favorece mais ainda na sua eficiência, e conforme toda dinâmica, a superfície da sua pele fica completamente instável para as bactérias, não permitindo quê os parasitas se alojem.

Os tecidos foram desenvolvidos com essa textura fazendo com que diminua o atrito com a água, permitindo ao atleta uma melhor performance, as costuras também são feita de forma planejada, com 53 cm de linha para cada centímetro de costura, para funcionar com tendões que ligam os grupos musculares, isto proporcionando ao atleta um aumento de 3% na velocidade; A novidade chamou tanto atenção que logo outras marcas lançaram suas versões, a Nike lançou o *Swift*, a Adidas *Jet Concept Arena Power Skin*, e a *TYR*, o *Aqua Shift*.

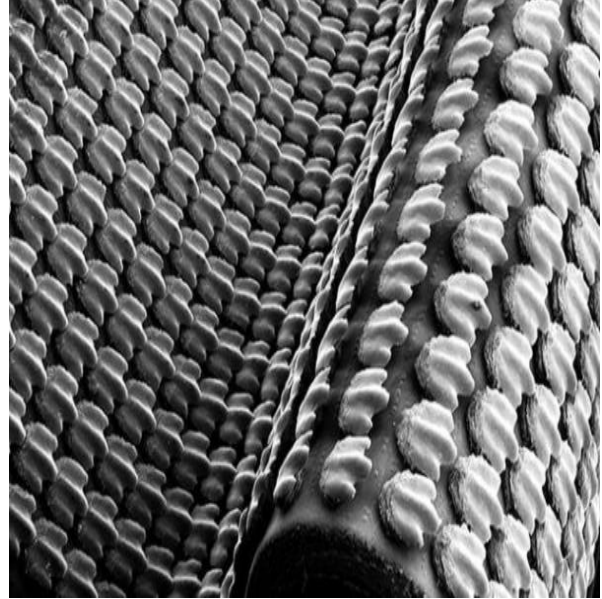
Entretanto as peças têm pouca durabilidade e precisam de cuidados específicos para não lacerar.

Figura 20: Trajes "Shark Skin" pele de tubarão.



Fonte: BICCA, 2019?

Figura 21: Nanopartículas da pele do tubarão em 3



Fonte: MATEUS, 2014.

Além dos trajes de natação, essa tecnologia será muito útil para materiais de recobrimento antibacterianos e que necessitam de uma boa hidrodinâmica, ou seja, para mecanismos de robótica aquática, esses revestimentos seriam menos agressivos ao meio ambiente do que as tintas anti-incrustantes à base de metal.

Até uma aeronave *stealth* T-50, que também recebeu um apelido de *Perspektivny Aviatsionny Kompleks Frontovoy Aviatsii* (algo como "sistema aéreo tático do futuro"), foi desenvolvido com duas vezes a velocidade do som, ou 2.450 km/h, inspirado também com essa tecnologia. Segundo (KLEINA 2013).

Ainda utilizando conhecimentos sobre tubarões pelo processo biomimético, Cientistas australianos desenvolveram trajes modelo "*Ellude*" que camufla os surfistas enquanto eles se divertem, as estampas imitam raias brancas e azuis que simulam sinais naturais que repelem os tubarões, a intenção é fazer o tubarão pensar que os surfistas não são comestíveis.

5.8 BIOTECNOLOGIA BIOLUMINESCENTES

Examinando o dossiê técnico Haisser (2013), a bioluminescência de vagalumes e de certas criaturas marinhas, conforme a figura 22 é originada por reações químicas em seus organismos proveniente dos alimentos para excitar elétrons de alguns átomos. Como já vimos anteriormente no capítulo 4, quando os elétrons de um átomo voltam ao estado fundamental há emissão de fótons, ou seja, luz, em seres vivos esse fenômeno é chamado de bioluminescência, e ocorre em diversos grupos de organismos, tanto em ambientes marinhos quanto terrestre.

Figura 22: Bioluminescência.



Fonte: PETRIN, 2019?

Segundo Petrin (2019?), os objetivos são bastante variados de acordo com cada espécie, aproximadamente 90% da vida que vivem nas camadas pelágicas compreendidas entre os 4.000 m de profundidade e o leito oceânico, produz de alguma forma, a bioluminescência. A luz emitida em sua maioria é de espectro azul ou verde, transmitidas normalmente pela luz do mar, mas existem, entretanto, alguns animais cuja luz emitida apresenta coloração vermelha ou amarela, ou ainda luz infravermelha.

A primeira proteína fluorescente conhecida foi descoberta estudando uma água viva em 1962 por *Osamu Shimomura*, porém só foi desvendado o mecanismo em 1970, a partir de então iniciou-se um esforço por vários cientistas no processo de tentar desvendar o gene responsável pela síntese da GFP (*green fluorescent protein*) sigla em inglês para proteína denominada *luciferina*, responsável que emite um brilho fluorescente verde; quando finalmente foi descoberto, ao trocar alguns aminoácidos na sequência das proteínas foi

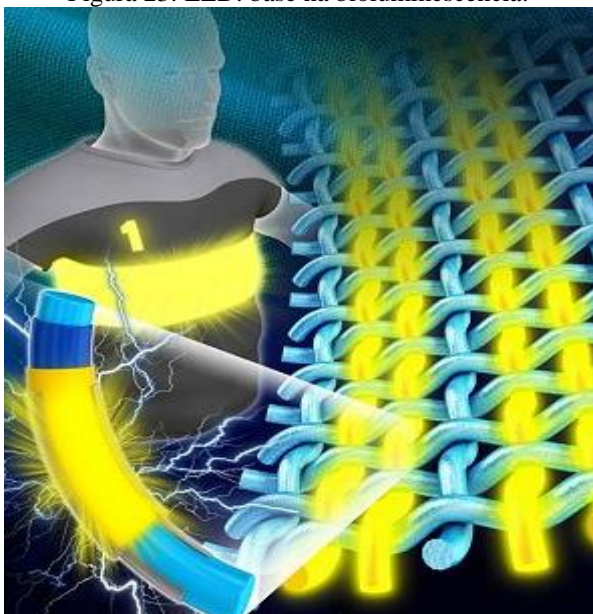
possível obter também a fluorescência em diferentes cores, segundo Peruzzo (2019. p. 103 e 111).

Essa reação é denominada *luciferase* onde a proteína é oxidada por uma enzima, consumindo uma molécula de trifosfato de adenosina (ATP). A molécula é excitada energeticamente fazendo-a liberar energia química na forma de energia luminosa. Segundo o (HAISSER, 2013).

A tecnologia de luz de LEDs é conhecida como eletroluminescência, porém tem base em processos de luminescência orgânica que acontecem na natureza, ou seja, na bioluminescência. De acordo com o (ARQUIVO DE NOTÍCIAS, 2015).

Essa tecnologia de proteínas fluorescente está sendo aplicadas amplamente em vários setores, inclusive sendo adotadas também no setor têxtil. Segundo G1 (2013) e conforme as figuras 23 e 24.

Figura 23: LED. base na bioluminescência.



INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2015.

Figura 24: Vestido de LED brilha no escuro.



CAMARA, 2016.

Com tudo, essas proteínas contribuem principalmente como ferramentas para estudar os processos biológicos das células vivas em laboratórios de medicina ajudando a visualizar e entender as infecções de parasitas, para formular novos medicamentos.

Segundo Diogenes (2011), a Philips juntamente com uma fábrica italiana *Luminex* elaboram tecidos com fibras de LED, podendo ter diversas aplicações, principalmente para

festas, mas a intenção é conseguir uma tecnologia que permita além de acender, possa carregar informações, como por exemplo, uma toalha de mesa que mostrasse a receita para a cozinheira, camisas que sejam capazes de alterar a estampa e também letreiros luminosos.

Segundo a revista *Advanced Electronic Materials* citada em INOVAÇÃO TECNOLÓGICA (2015) esta tecnologia poderá acelerar a comercialização de computadores vestíveis e outros dispositivos incorporados nas roupas, conforme é mostrado na figura 25 onde os LEDs são utilizados para melhorar a segurança dos ciclistas e poderão contribuir com inúmeros benefícios.

Figura 25: Luz de LED, segurança para os ciclistas.



Fonte: HAMMERSCHMIDT, 2019.

6 NANOTECNOLOGIA

A nanotecnologia na moda significa a manipulação de matérias com dimensões do tamanho de átomos ou moléculas, para ser aplicados à fibras ou fios formando estruturas têxteis com diferentes propriedades. De acordo com "Feiras Congressos Empreendimentos" (FCEM, 2019).

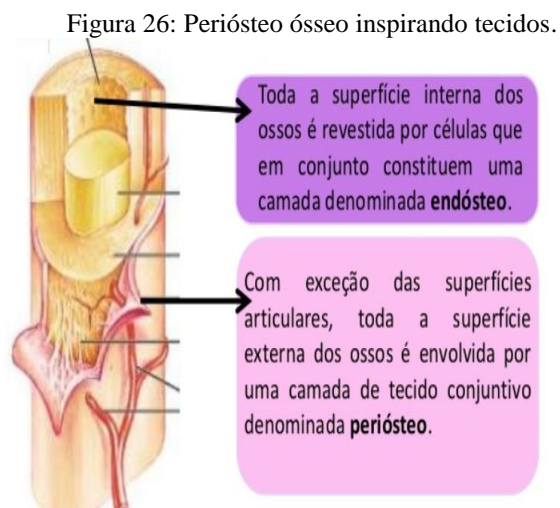
A nanotecnologia lida com qualquer medida entre 1 nm à 100 nm, maior que isso já é micro-escala e menor é escala atômica, atualmente os cientistas descobriram duas estruturas de tamanhos nanométricos de especial interesse: nanofios e nanotubos de carbono, eles poderão servir para construir transistores para *chips* de computador e outros dispositivos eletrônicos, embora todos os nanotubos sejam de carbono eles podem ser diferentes conforme é manipulado o alinhamento dos átomos, de acordo como os átomos de carbono se alinham podem se tornar em diamantes ou grafite, e com alinhamento correto são semicondutores, engenheiros planejam usá-los especialmente em carros e aviões; As nanopartículas também estão sendo usadas em vestuário proporcionando diversos benefícios, as nanopartículas de óxido de zinco, por exemplo, podem criar roupas que proporcionam proteção (UV) ultravioleta, outras repelem líquidos e as tornam resistente a sujeiras.

Contudo antes de nos darmos conta, vemos muitos produtos que tiram vantagens da nanotecnologia, e tudo isso é apenas a ponta de um iceberg que promete impactar o futuro. Segundo (MOREIRA, 2011).

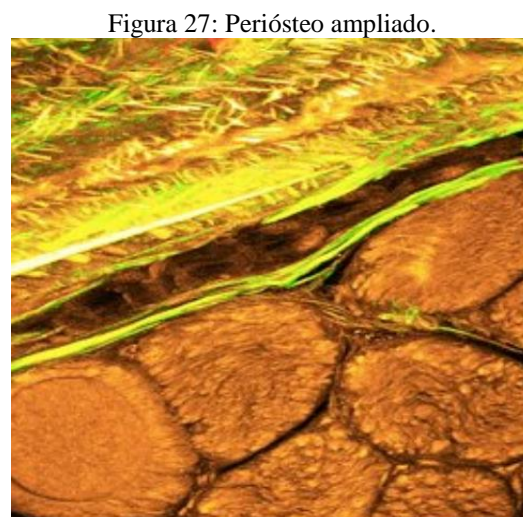
6.1 NANOTECNOLOGIA INSPIRADA NOS OSSOS DO CORPO HUMANO

Conforme é mostrado na figura 26, perióstio é uma camada de células que forma uma membrana densa de tecido conjuntivo, que reveste a camada externa dos ossos, envolvendo toda a estrutura óssea e protegendo-a contra impactos.

Estudando um sistema de imageamento avançado e de alta resolução para mapear toda essa estrutura e produzindo versões ampliadas individuais conforme é mostrado na figura 27, engenheiros puderam tecer um protótipo, resultando em um tecido inteligente que imita as propriedades de resistência ao estresse e tensão do perióstio. Segundo artigo: *Scale-up of nature* (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2017).



Fonte: BEIMS, 2016.



Fonte: INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2017.

Esse tipo de tecido com resistência de sobrecargas e de alto impacto, poderá ser útil para os setores de transporte, segurança e medicina, como por exemplo: roupas de proteção que endurecem sob impacto para motoristas, pilotos de corrida, astronautas, bandagens e curativos inteligentes, roupas que respondem ao movimento do usuário e até pneus radiais mais seguros. Na obtenção de êxito a equipe demonstra interesse também em usar essa técnica para testar outras fibras para produção de vários novos têxteis inteligentes, e quem sabe em longo prazo, tecer também tecidos biológicos para substituir e reparar articulações do corpo humano. (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2017).

6.2 NANOTECNOLOGIA INSPIRADA NA FLOR DE LÓTUS

A flor de Lótus é uns dos símbolos mais antigo e significativo, extremamente admirado e cultuado pelos egípcios, budistas e indianos, representadas em seus templos como símbolo sagrado, representante da pureza do coração e da mente, elevação espiritual, nascimento do divino, mas não é pra menos, por muitos séculos a flor de Lótus se manteve um grande mistério com suas incríveis particularidades, pois nasce em meio à lama dentro de lagoas, porém surge com sua magnífica beleza conforme é mostrada na figura 28, ela é capaz de se manter limpa o tempo todo, repelindo toda a sujeira durante toda a sua vida. Segundo (O SEGREDO, 2015).

Segundo Preuss (2017) em países como a Tailândia ou *Myanmar*, fabricam-se tecidos à partir do caule da flor de Lótus, sendo esse processo uma tradição e os tecidos são

considerados os mais espirituais e ecológicos do mundo, pois além de suas características mística o processo de fabricação dos fios não utiliza nenhum recurso químico ou tóxico durante seu processamento, a empresa pioneira nesse ramo é “*Samatoa Lotus Textiles*” do Camboja experiente neste tipo de matéria-prima no qual resguarda todas as características da planta, e a empresa à ser favorecida dessa manufatura, foi a *NoMark Lotus* que emprega esse tecido para produzir a melhor camisa branca do mundo, pois além de resistentes a sujeiras externas. Segundo Victrazzi (2017), são capazes também de resistir à umidade do suor e conseqüentemente as bactérias.

Figura 28: Beleza da flor de Lótus.



Fonte: O SEGREDO, 2015.

Observando a ampliação da imagem da figura 29, nota-se uma textura em suas folhas; Suas folhagens são capazes de repelir qualquer tipo de líquido e expulsa toda as impurezas por causa das suas nanopartículas que são feitos de dióxido de titânio de dois tamanhos, essa textura microscópica que não pode ser sentida ou vista à olho nu, geram o efeito super-hidrofóbico por causa do bolsões de ar que fica preso entre os minúsculos espaços existente entre as nanopartículas, impedindo assim que a gotícula de água se esparrame, conseqüentemente a moléculas de líquido sofre uma atração causada pela tensão superficial

formando uma esfera e com o seu peso causa uma pequena inclinação na folhagem fazendo a gotícula esférica rolar para fora levando consigo toda e qualquer partícula de sujeira que encontra pelo caminho.

Figura 29: Têxtura auto limpante das folhas de Lótus.



Fonte: MACEDO, 2015.

Segundo Macedo (2015), produtos similares com a tecnologia de autolimpeza foram desenvolvidos imitando suas propriedades através de *spray* à base de titânio que torna qualquer objeto impermeável e resistente à sujeira, sendo possível ser aplicada em papéis de documentos que precisam ser preservados, embalagem de papelão que não podem ser molhados, o que não faltam são inúmeras possibilidades de aplicação, vidros, automóveis, maquinários de ferro que não podem ser danificados pela ação da água causando o tão indesejável ferrugem, enfim, pode ser aplicado em todo e qualquer tipo de superfície que queiram que se mantenham limpas e sem infiltração ou mofo.

"O nanomaterial foi testado com poeira e terra, aplicadas sobre uma superfície coberta de óleo de cozinha. Mesmo quando o óleo penetrava na superfície, a água continuava formando esferas e sendo repelida. Essa propriedade é particularmente útil para a aplicação sobre peças mecânicas que precisam manter a lubrificação para funcionarem corretamente". (MACEDO, 2015).

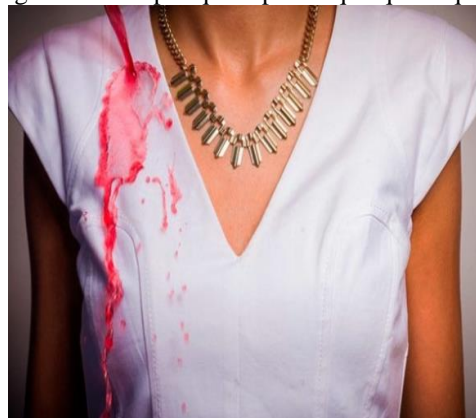
Conforme é demonstrado na figura 30 e 31, esse tipo de tecido por suas propriedades será muito importante em muitas áreas, mas principalmente na área da medicina onde poderá solucionar grande parte dos problemas de contaminações hospitalares, principalmente na produção de jalecos para médicos e enfermeiros que manipulam secreções e sangue contaminados com bactérias, ficando constantemente expostos a inúmeras doenças; Esta capacidade de impermeabilidade da flor de Lótus foi também observada em asas de borboletas, libélulas e samambaia aquática "Salvinia Molesta". (MACEDO, 2015).

Figura 30: Roupas hidrorrepelente.



Fonte: VICTIRAZZI

Figura 31: Roupas que repelem qualquer líquidos.



Fonte: VILAR

Essa propriedade hidro-repelente e auto-limpante também poderia ser utilizada em navios permitindo com que deslizem com mais facilidade na água diminuindo assim o consumo de combustível, também interessante para a fabricação de dutos fazendo com que a água escorra com mais velocidade. Segundo (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2010).

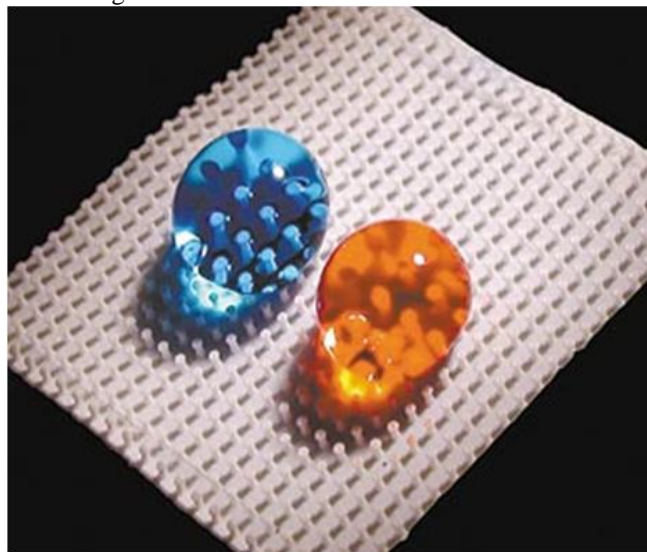
Na indústria têxtil a aplicação de hidro repelência mais comum e vantajosa é com a utilização de fluorcarbono criado sinteticamente em laboratório e aplicado através do banho, segundo (APHILAV, 2011).

Essa tecnologia também pode ser aplicada através de dióxido de silícios, após o tecido mergulhar e receber a nanopartículas e passar por um cilindro e logo em seguida ir para Rama à 160 graus Celsius para fixar. Segundo (TEX PRIMA, 2014).

Nenhum tipo de aplicação é permanente e nem 100% como é a do tecido feito com a própria fibra da flor de Lótus, porém de acordo com a figura 32, uma gotícula de água (azul) e outra de óleo, com diâmetro de 3 milímetros, aparece sobre uma superfície denominada

omnifóbica não têxtil, demonstra que a textura pode ser reproduzida microscopicamente de forma definitiva em qualquer material que seja moldáveis em cilindros, com tudo já existem o TNT (Tecido Não Tecido), moldados com *hidrorrepelência* definitiva para uso em diversas áreas. De acordo com a (FOLHA DE S. PAULO, 2008).

Figura 32: Material denominado omnifóbico.



Fonte: FOLHA DE S.PAULO, 2008 - foto Anish Tujela/Wonjae Choi.

Além das confecções de roupas, a aplicações da impermeabilidade têxtil é favorável ao desenvolvimento de inovações em várias outras áreas, tais como automobilística, arquitetura, *design* de interiores, na agricultura para manter a higienização dos alimentos, e mais uma diversidade de acessórios.

6.3 NANOTECNOLOGIA DO GRAFENO

De acordo com Cunha (2015), com a tecnologia do grafeno também está surgindo uma nova tecnologia de tecidos que mudam de cor conforme é mostrado na figura 33, que foi retirado de um vídeo e fragmentado sequencialmente para ser demonstrado neste trabalho, a camiseta mostrada que muda de cor é composta de algodão e grafeno.

Os têxteis que mudam de cor usam uma série de micro fios junto com uma bateria, que podem ser controlado por *smartphone* ou computador, conforme a corrente elétrica eleva ou

diminui a temperatura da válvula de regulação, os pigmentos especiais alteram cor do tecido, também através do *smartphone* é possível alterar padrões de estampas, por exemplo: acessando a opção "adicionar gradualmente listras azuis". Segundo (PYMNTS, 2018).

Figura 33: Fragmento de um vídeo onde o rapaz muda a cor da camiseta.



Fonte: CUNHA, 2015.

De acordo com Scrivano (2017), no Brasil, a aplicabilidade do grafeno em produtos está sendo coordenada pela Universidade Mackenzie em São Paulo, que empregou R\$ 20 milhões na edificação de um instituto de pesquisa *MackGraphe*, voltado ao desenvolvimento e aplicação do material em peças de roupas na indústria têxtil.

O grafeno é uma forma de carbono com a espessura de um átomo, descoberto pelos pesquisadores Prof. *Andre Geim* e o Prof. *Konstantin Novoselov* em 2004, que em vista disso obtiveram o Prêmio Nobel de Física.

O Brasil possui uma das maiores reservas mundiais de grafite e responde pela terceira maior produção do mineral atualmente, sendo que Minas Gerais lidera a produção brasileira, contribuindo com mais de 70% do grafite produzido; Por suas combinações de propriedades de alto desempenho mecânico, elétrico e térmico é também quimicamente inerte e extremamente impermeável, é 200 vezes mais forte que aço, milhão de vezes mais fino que um fio de cabelo humano, leve, flexível, elástico, transparente; Seus usos poderão ser inúmeros e presumivelmente infinitos indicando um grande poder de transformar nosso

mundo daqui pra frente, projeta-se que o mercado mundial de grafeno seja de R\$ 1,1 bilhão até 2025, com crescimento médio anual de 32%. Segundo (DINO, 2019).

Uma folha de grafeno de 1 metro quadrado pesa apenas 0,0077 gramas, porém pode sustentar o peso de até 4 kg, diz-se que o material é tão forte e tão elástico que se as fibras de uma teia de aranha fossem adicionadas camadas suficientes de grafeno poderia deter uma bala ou até mesmo amparar um avião em queda. O material também poderá mudar a cor do cabelo sem efeitos adversos. Pode transformar as paredes em um detector de incêndio e poderão ser aplicados inclusive em engenharia aeroespacial e medicina. Segundo (HIPER CULTURA, 2019).

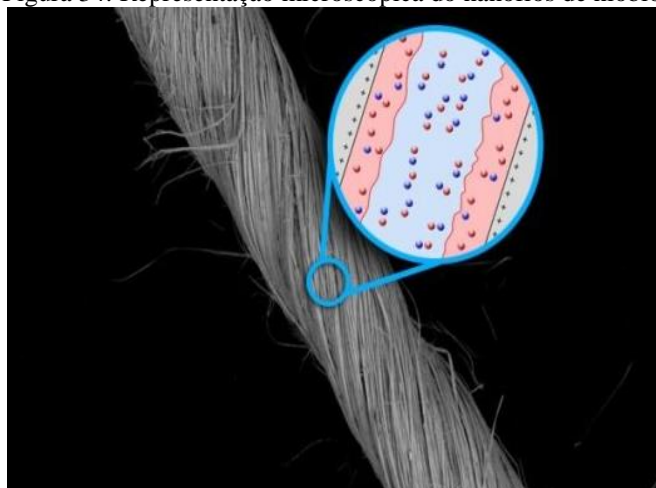
"O grafeno é um material formado por um arranjo de átomos de carbono em uma estrutura hexagonal na forma de favos de mel, com espessura de apenas um átomo de carbono. Mais especificamente, uma folha de grafeno isolada tem espessura de apenas 0,37 nm (1 nanometro = 0,000000001 metros)". (DINO, 2019).

6.4 NANOTECNOLOGIA DO NIÓBIO

Segundo Neto (2018), é muito resistente à corrosão e a altas temperaturas, e basta adicionar alguns gramas de nióbio a uma tonelada de aço para deixá-lo mais leve e com maior resistência a fraturas e torções(...)empregado em automóveis; turbinas de avião; gasodutos; tomógrafos de ressonância magnética; nas indústrias aeroespacial, bélica e nuclear.

Conforme é mostrado na figura 34, foi criado fios têxteis com nióbio, a parte representada em rosa são polímeros condutores; as esferas azuis e vermelhas são íons positivos e negativos;

Figura 34: Representação microscópica do nanofios de nióbio.



Fonte: ROSSIN, 2019.

De acordo com Rossin (2019), esse fio é capaz de liberar correntes curtas, porém com elevada potência elétrica, cada nanofio de nióbio tem apenas 140 nanômetros de diâmetro, com um milésimo da largura de um cabelo humano, possui baixo custo, com tudo essa tecnologia será usada para a fabricação de supercapacitores, foi criado pelos estudiosos do instituto de Tecnologia de *Massachusetts* – MIT e da Universidade da Colúmbia Britânica no Canadá e poderá proporcionar uma alternativa bem mais leve para os chamados *Wearable*, ou seja tecnologia vestível, por não necessitar que a peça do vestuário receba muitos equipamentos, permite mais leveza para seus usuários.

Ainda segundo Neto (2018), 98% das reservas de nióbio do mundo se encontra no Brasil, sendo assim quase que um monopólio responsável por 90% do volume comercializado, despertando assim muita cobiça e preocupação em grandes potências econômicas, então a maior produtora mundial de nióbio foi vendida para companhias asiáticas numa transação bilionária, e apesar do Brasil deter praticamente todo o nióbio do planeta, esse potencial é praticamente desperdiçado. O Brasil conseguiria ganhar até cinquenta vezes mais do que recebe atualmente com as exportações de nióbio, caso ditasse o preço da matéria-prima no mercado internacional, almejasse que daqui pra frente o Brasil tenha estratégia muito bem definida por se tratar de uma matéria-prima extremamente relevante.

7 ROUPAS INTELIGENTES COM SISTEMA WEARABLE

De acordo com Calton (2001, p.59-71) e Ferreira (2005), estamos vivendo a Era digital, no qual estão sendo criados sistemas computacionais moleculares super-rápidos e avançados com *chips* híbridos que imitam células neurais, solucionando inumeráveis problemas da atualidade, fazendo os computadores e a biotecnologia se convergir entre si; Alguns projetos de *design* têxtil, eletrônica e Tecnologia da informação, estão se aproximando e criando uma relação entre o mundo digital e as artes, integrando circuitos avançados introduzidos em tecidos, com conectividade sem fio e capacidade de processamento independente em equipamentos que são usados no corpo de um usuário, monitorando os organismos em tempo real conforme é realçado na figura 35, interpretando e traduzindo, sentimentos por interfaces visuais, táteis e auditivas, armazenando dados e fornecendo terapia e *feedback*.

Figura 35: Tecnologia vestível e inteligente.



Fonte: CUNHA, 2015.

Essa tecnologia de sistemas vestíveis é chamada de *Wearables*, é uma nova fronteira da moda em sintonia com a saúde e a medicina personalizada, também é a principal tendência no momento, pois os aparelhos estão evoluindo rapidamente e estão cada vez mais acessíveis ao grande público e com grande adesão. Muitos sensores são bastante conhecidos como os antifurto, que detectam movimento, velocidade e localização principalmente para crianças evitando um possível desaparecimento. Sensores capaz de enviar e compartilhar dados para o

Facebook e o *Twitter* como suas fotos e músicas favoritas, microcâmera, microfone, além de acelerômetro e até alto-falantes, roupas com sistema de refrigeração corporal, essa geração mais recente de *gadgets* (gíria tecnológica pra designar quaisquer dispositivos eletrônicos), já está bastante prestigiada por trazer uma série de sensores que ajudam a aumentar sua organização, incentivar a prática de exercícios ou acompanhar programas de perda de peso, entre outras possibilidades. De acordo com (TECMUNDO, 2019) e (HAMMERSCHMIDT, 2019).

Os dispositivos devem ser pequenos, de baixa potência e capazes de se conectar a um (*hub*) pequeno aparelho usado em redes pequenas de computadores ou dispositivo de (*gateway*) organizador de tráfego de informações entre equipamento de computador, *notebook*, *smartphone*, *tablet*, etc, traduzindo esses dados entre sistemas diferentes para acesso à *Internet* ou nuvem. Conforme (BLUEVISION, 2018).

As roupas inteligentes estão se tornando mais leves com sensores flexíveis capazes de coletar energia solar e converter a energia gerada pelos movimentos de seus usuários simultaneamente, propondo um sistema têxtil de energia elétrica auto carregável e com alto desempenho de armazenamento que poderão controlar temperatura de forma a tornar ideal ao usuário de acordo com o clima, mesmo em frio ártico, também podem funcionar de forma terapêutica ou como tela de *smartphone*, tocar músicas que acalmam o usuário quando os sensores indicam *estresse*, repelem mosquitos, controlam o grau de umidade e que nos perfumam, nos bronzeiam e até nos abraçam, parece que tudo é possível. Segundo (BLUEVISION, 2018).

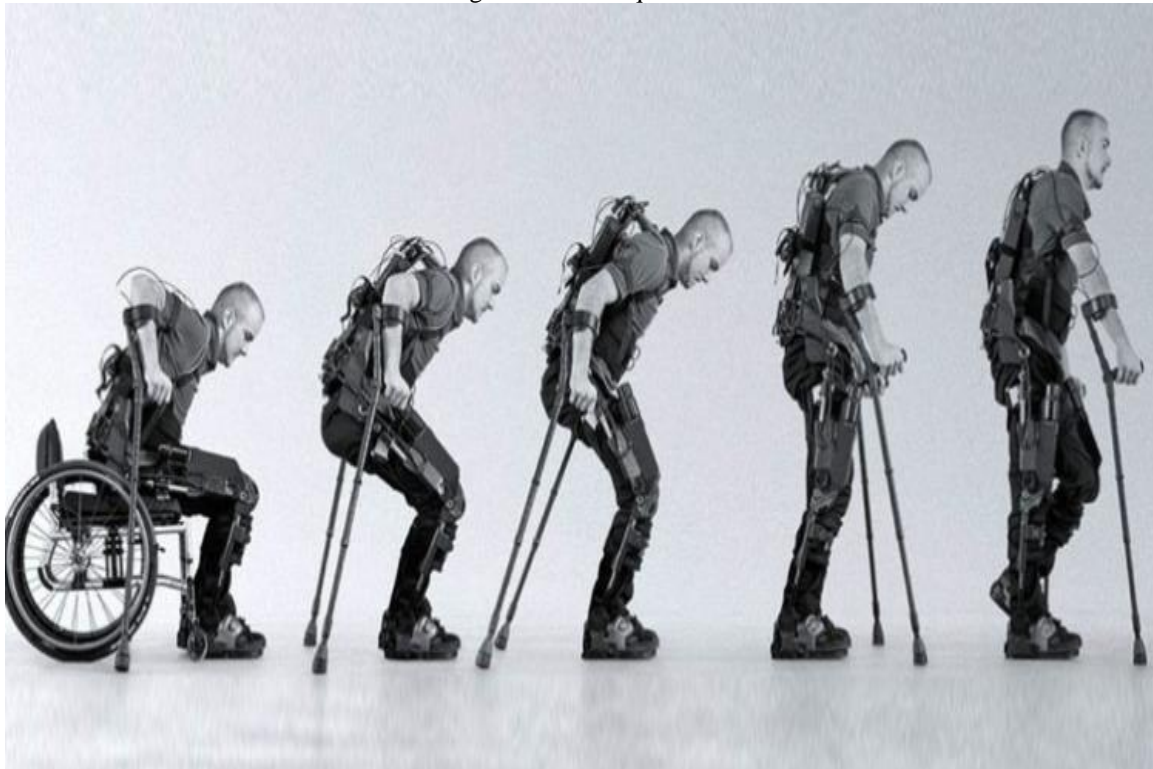
Algumas camisetas possuem vários *pixels* arrumados configurando estampas que podem ser controlados através de aplicativos, permitindo fazer diversas alterações formatos e coloração. Segundo (HAMMERSCHMIDT, 2019).

7.1 ROUPAS ROBÓTICAS AUXILIAM O USUÁRIO

Segundo propõem Filipe (2017), imagine um ser humano comum poder correr quilômetros sem se cansar e conseguir levantar tonelada sem esforço, o exoesqueleto foi criado por uma equipe de engenheiro de roboticistas, mecânicos e biomecânicos de *Wyss Institute*, na Universidade de *Harvard* com o intuito inicial de possibilitar que pessoas com paralisia dos membros inferiores pudessem ficar em pé e caminharem conforme a figura 36.

Esse mecanismo funciona de forma mecânica e biônica, é como uma espécie de esqueleto artificial que dá sustentação e aumenta a força do usuário criando um super-humano e pode ser usado em atividades que exigem força ou muito gasto de energia por horas trabalhadas.

Figura 36: Exoesqueleto.



Fonte: FILIPE, 2017.

Segundo Remington (2018), o mecanismo é capaz de deixar o corpo na postura correta diminuindo o impacto nas articulações na hora de levantar qualquer peso, reduzindo a ativação muscular em até 50%.

De acordo Filipe (2017) e Saturno (2018), o exoesqueleto pode ajudar na segurança do trabalho, melhorando também a produtividade, pois diminui o peso da carga, minimizando a fadiga e melhorando a produtividade além de proteger o usuário de lesões futuras, não necessita de fonte de energia e podem ser ajustadas possibilitando o uso do mesmo exoesqueleto por diversas pessoas e é usado por cima das roupas, conforme é mostrado nas figuras 37 e 38.

Figura 37: O exoesqueleto melhora a postura.



Fonte: REMINGTON, 2018.

Figura 38: Exoesqueleto serve para trabalhadores.



Fonte: SATURNO, 2018.

Porém com a intenção de aperfeiçoar criando peças mais discretas em trajes macios a equipe se juntou com engenheiros de *software* e *designers* de vestuário, agora já existem algumas versões conforme as figuras 39, 40 e 41.

Figura 39: Calça robótica para deficientes.



Fonte: ROSTON, 2014.

Figura 40: Berbuda robótica para corrida.



Fonte: HYPENESS, 2019.

Figura 41: Uniforme robótico para soldados e equipe de salvamento.



Fonte: ROSTON, 2014.

Essas roupas servem tanto para pessoas com paralisia auxiliando na caminhada, quanto para atletas, soldados ou equipe de salvamento, serve para tudo que exige um grande esforço físico, foram projetadas para ajudar carregar cargas pesadas e fazer longas caminhadas e correr sem muito esforço, atribuindo aos soldados forças sobre humanas às pernas e braços.

Segundo Roston (2014), é importante principalmente para fazer busca de perdidos nas selvas, fazer resgate em trilhas com terrenos acidentados de difícil acesso.

Conforme Kleina (2019), essas peças robóticas são composto de um pequeno motor que fica na parte inferior das costas com diversos cabos que passam pelos tecidos e manda impulsos elétricos para os músculos da coxa e da região dos glúteos, complementando assim a força dos músculos e garantindo que o custo metabólico diminua em até 9,3%, o que significa que a pessoa se sente muito mais leve e pode realizar atividade mais rápida ou por mais tempo ficando menos cansada e permitindo ao usuário correr até 8 km, os desafios agora das equipes é fazer com que os equipamentos funcionem tanto para caminhada quanto para corrida, pois os movimentos nestes dois casos são diferentes, também é necessário diminuir o peso da bateria de 4,9 kg.

Com a nova tecnologia do grafeno, a tendência é que os equipamentos se tornem mais leves, podendo surgir uma nova versão desses projetos, porém o desafio maior surgiu com a necessidade de desativar uma usina em *Fukushima*, que sofreu um desastre nuclear causado por um *tsunami* provocado por um maremoto de magnitude 8,7 fazendo com que a empresa japonesa *Cyberdyne* desenvolvesse um exoesqueleto especial para o processo de desativação, além de dar ao usuário a força sobre-humana que ele precisa, tem o principal objetivo de proteger da radiação. Segundo (CATRACA LIVRE, 2012).

8. DESIGNER ANOUK WIPPRECHT

Anouk Wipprecht é uma engenheira e *designer* inovadora holandesa que emergiu no campo da alta costura eletrônica, com um grande potencial criativo, possui inúmeros projetos combinando engenharia ciência e arte, em seus projetos futurista não podem faltar sensores, suas roupas são todas controladas por impulsos elétricos gerado pelo próprio corpo, tem sido destaque em revistas internacionais pela inteligência artificial concentrada na produção de um sentimento de imersão social, emocional e fisiológica. Todos os vestidos utilizam *chips* da Intel Edson de proximidade com o conceito de interação, e sendo capazes de se moverem, respirarem, acenderem e interagir com o usuário e com terceiros, como se tivesse vida própria. *Anouk Wipprecht* trabalha no *FashionTech* e *Microsoft Research Labs*, porém parceria com empresas *Intel*, *AutoDesk*, *Swarovski*, *Dremel*, *Disney*, *TED*, *Google*, *Microsoft*, *Cirque Du Soleil*, *Audi* e empresas de impressão 3D *Materialize* e *Shapeways*. Segundo (WIPPRECHT, 2007), (MELE, 2018) e (CODAME, 2019?).

8.1 VESTIDOS ROBÓTICOS "SPIDER DRESS"

A *desingn Anouk Wipprecht* se inspirou em uma aranha e criou o "vestido aracnídeo" conforme a figura 42, controlado por ondas cerebrais o mecanismo quase que possui vida própria podendo interagir com o usuário em relação às pessoas que se aproximam.

Figura 42: Vestido robótico aracnídeo controlado por ondas cerebrais.



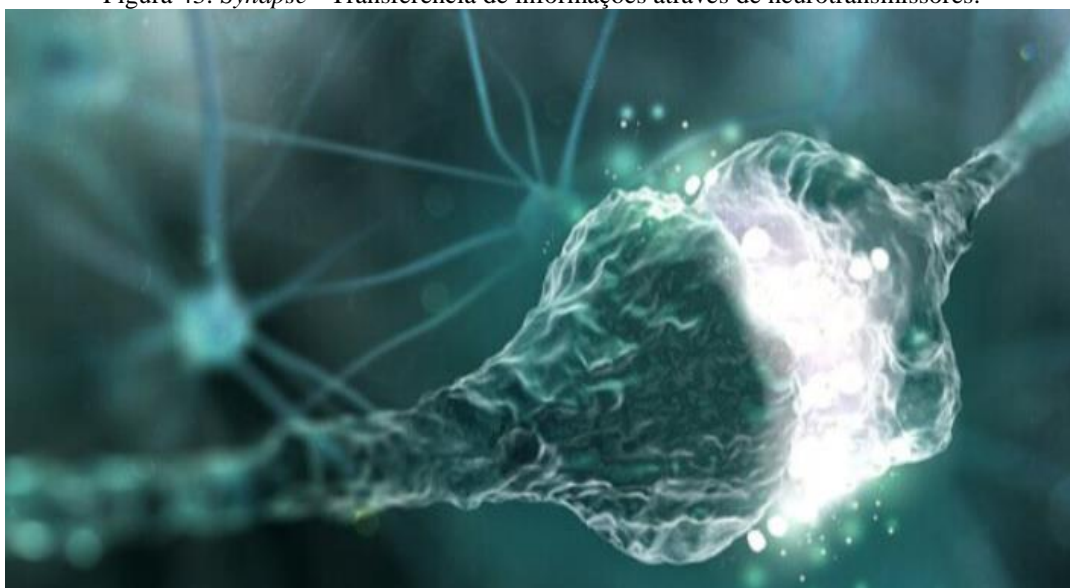
Fonte: WIPPRECHT, 2007.

O vestido funciona como autodefesa, defendendo o território da usuária, por tanto é um tanto assustador e outro um tanto cativante, foi projetada por *Anouk Wipprecht* para possuir autonomia criando uma interação entre a roupa e o usuário, equipado por tecnologias de mecatrônica e extrassensorial que monitoram a respiração e as ondas cerebrais do usuário, baseadas nos níveis de *stress* e possuindo o mesmo campo de visão do usuário através de câmeras, o mecanismo consegue detectar os movimentos à sua volta. Através de um design em impressão 3D que imitam um esqueleto e patas de aranha o vestido ataca quem se aproxima de forma agressiva, porém se a abordagem for de forma mais suave o vestido aracnídeo reage de forma também amigável; Seu espaço territorial mede até 7 metros (23 pés) em torno do corpo, criando um limite de espaço pessoal para seu dono. O vestido foi aparelhado com 40 partes mecatrônica que se juntam por parafuso ou por pressão, mais 20 motores para movimento na região dos ombros e a saia com tecidos de náilon perolado. De acordo com (KAPLAN, 2016).

8.2 VESTIDOS ROBÓTICOS "SYNAPSE DRESS"

Synapse é a comunicação que ocorre entre células neurais, é a transferência de informações, impulsos elétricos ou químicos que ocorre entre um curtíssimo espaço entre elas conforme é mostrado na figura 43.

Figura 43: *Synapse* - Transferência de informações através de neurotransmissores.



Fonte: GIOMETTI, 2019.

Conforme Castro (1985, pg. 281-282), a *synapse* é o local entre as duas extremidades onde fecha o circuito da comunicação onde a acetilcolina (composto químico) é responsável em impulsionar a memória.

O cérebro produz vários números de combinações sinápticas que ultrapassa o número de átomos do universo conhecido, sendo, portanto riquíssimo, complexo e singular; suas fontes químicas proporcionam informações e sentimentos ora negativo e ora positivos, levando a pessoa desde um estado momentâneos de tristeza ou alegria, até paixões avassaladoras. Conforme (PINTO, 2000).

De acordo com Brunde (2019?), alguns compostos químicos relacionados ao humor podem ser liberados pelo corpo.

O vestido "*Synapse Dress*" possui conexão com o cérebro conforme a figura 44, detectando esses neurotransmissores de humor e revelando o através de luz de LED na roupa do usuário conforme figura 45, e ainda usa um sistema de Eletrocardiografia (EKG), registrando a frequência cardíaca, foi criado em parceria pelos *designs Anouk Wipprecht* e *Niccolò Casas*. De acordo com (VRIES, 2015).

Segundo Colleti (2019?) *Niccolò Casas* utiliza modelagem digital 3D com técnicas de arquitetura. Segundo (COLLETTI, 2019).

Figura 44: Synapse dress.



Fonte: VRIES, 2015.

Figura 45: Luz de LED revela humor.



Fonte: VRIES, 2015.

8.3 A ARTE DOS DESIGNEN CRIATIVOS

Além dos vestidos robóticos, a *designer Anouk Wipprecht* também projeta vários acessórios em impressora 3D com *designs* inteligentes que interagem com o cérebro e auxiliam inclusive na área da medicina, também projeta vários modelos de próteses, alguns com luz de LED, como o da *Viktoria Modesta*.

De acordo com Mastrangelo (2015), a cantora pop *Viktoria Modesta* agora descrita como biônica, teve sua perna esquerda amputada logo abaixo do joelho aos 20 anos por consequência de um acidente, a artista ao invés de se afastar dos palcos resolveu inovar combinando sua performance com a arte dos *designs* inteligentes de *Anouk Wipprecht*, demonstrando assim uma grande força de superação, fazendo muito sucesso com seu novo estilo, ajudando também a quebrar padrões de beleza e servindo como inspirações para muitas outras pessoas que sofrem o mesmo trauma. Agora a cantora e a *design* trabalham juntas em projetos de próteses, Veja nas figuras 46 e 47. Seus projetos estão sendo expostos no museu de artesanato e *design* de São Francisco e também no *MAK* (Museu de artes Aplicadas), em Viena.

Figura 46: Artista pop biônica *Viktoria Modesta*.



Fonte: EUGÊNIO, 2014.

Figura 47: *Designer* inteligentes.



Fonte: EUGÊNIO, 2014.

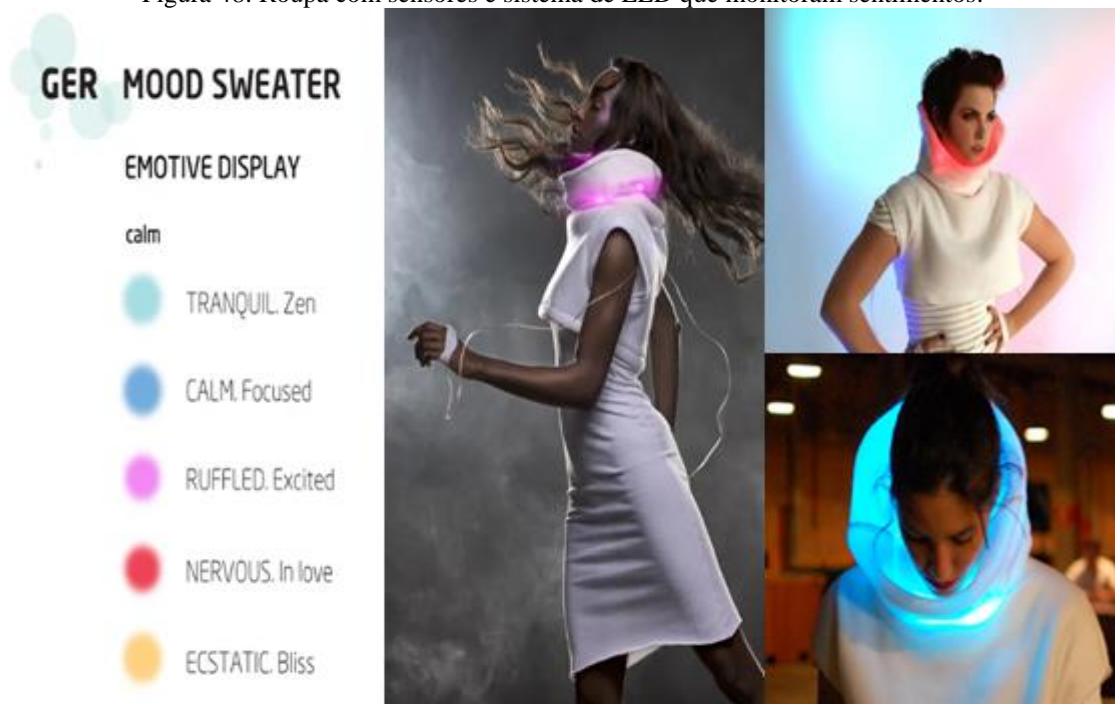
9. DESIGNER KRISTIN NEIDLINGER

Kristin Neiflinger, biomédica com mestrado de *design no California College of the Arts*, possui projetos de roupas com *design* dinâmico e se cerca de especialistas em tecnologias, impressão 3D, som e *design* para ajudá-la a transformar seus projetos em realidade.

9.1 ROUPA "GER MOOD SWEATER"

O casaco de gola alta "*Ger mood swea ter*" foi criado pela biomédica e design *Kristin Neiflinger* com objetivos terapêuticos, oferece uma nova forma de falar por interfaces visuais, táteis e auditivas, com sistema de cores utilizando LED conforme é mostrado na figura 48, foram aparelhadas para interpretar sentimentos de pacientes que possuem dificuldade de expressarem seus sentimentos, facilitando assim o diagnóstico médico, as luzes refletem sobre o *self* para *biofeedback* instantâneo de pacientes com transtorno de processamento sensorial, autismo ou TDHA (Transtorno e Déficit de Atenção com Hiperatividade). Conforme DIVAHOLIC (2018) e SENSOREE (2019).

Figura 48: Roupas com sensores e sistema de LED que monitoram sentimentos.



Fonte: SENSOREE, 2019?

O casaco utiliza sensores de *soft* (GER), Responder de Extensões Galvani, que decifra as atividades eletrodérmica, o mesmo utilizado em detector de mentiras para mostrar níveis de excitação.

9.2 ROUPA "AWELECTRIC SENSOREE"

A "*Awelectric sensoree*", mostrada na figura 49 foi projetada pela *design Kristin Neiflinger*, a construção fractais em impressa em 3D no próprio tecido em locais estratégicos, é uma representação digital e exagerada das células da pele, também foram inspirada nas cúpulas geodésicas do *designer e arquiteto Buckminster Fuller*. A peça explora o emocional do usuário, seja por medo, alegria, surpresa ou uma sensação provocada por meio de uma brisa, ou um som de uma música até mesmo uma lembrança, as ondas de emoções influenciam a respiração, os batimentos cardíacos e provoca arrepios, fazendo levantar dos folículos capilares da pele, isso é então detectado pelos biossensores, fazendo os hexágonos se abrirem em seis triângulos intensificando mais ainda as sensações do usuário. Conforme a figura 50 os *chips* são bordados e os fractais triangulares se acendem com luz de LED. De acordo com (MAKE COMMUNITY, 2019) e (3D EASY, 2016).

Figura 49: Awelectric sensoree.



3D EASY, 2016.

Figura 50: Detalhes da peça Awelectric sensoree.



DIVAHOLIC, 2018.

CONCLUSÃO

O Universo sofre constantes desafios e necessitamos sempre nos reajustar a cada etapa, a ciência está avançando e parece que a ficção científica está cada vez mais se tornando uma realidade com diversas inovações tecnológicas sendo implantadas no mundo e transformando tudo ao nosso redor, a natureza é surpreendente e está nos revelando coisas incríveis; Embora a metodologia Biomimética seja desconhecida no mundo popular, ela já foi bastante utilizada no mundo científico e percebe-se que existe muito mais ainda à ser descoberto, pois o mundo é imenso e só está iniciando nesse processo de explorar a inteligência da natureza, estamos sendo beneficiados constantemente por tecnologias sem ao menos nos dar conta e perceber do quê se trata, porém foi concluído que apesar da metodologia Biomimética ser maravilhosa com um grande potencial de transcender nossa imaginação transformando nossas formas de vida de forma excelente, também ela é um pouco assustadora devido à sua imensurável grandeza e capacidade de revelação. Se certos conhecimentos caírem em mãos de pessoas maldosas será avassalador, porém esperamos que o mundo não a use para a prática do mal, mas para tornar o nosso mundo um lugar melhor e mais divertido; Vivemos agora em uma nova era, na qual já é em tempo de estarmos suficientemente amadurecidos para despertar nossa consciência e não sofrermos um grande pesar no futuro, é preciso preservar nosso meio ambiente com muita responsabilidade e sermos mais unidos amando uns aos outros assim como já foi nos ensinado, nos fortalecendo em amor e conhecimento e não subsistirmos em ignorância e despercebidos de tudo que nos rodeia, porque apesar da grande massa da humanidade ser em maior número e possuir livre-arbítrio por consentimento divino, é constantemente manipulada por permissão do próprio comodismo, se não tomarmos atitudes ativas e assegurarmos nosso futuro, poderemos mergulhar todos em um caminho sem volta e ninguém ficará imune, percebe-se também que são as várias mentes pensantes trabalhando em conjunto que fazem realmente algo interessante acontecer, então a proposta é que busquemos conhecimento, amor, atitude e união, uma combinação perfeita que forma a chave mestra que poderá nos desencadear e nos libertar para a obtenção de uma vida realmente sustentável com futuro nutrido de esperança.

REFERÊNCIAS

- ABRAMOWITZ. M; FELLES. J. T; DAVIDSON. Michael W. **A natureza da radiação eletromagnética. A física da luz e da cor.** Olympus Americana, Inc, Two Corporate Center Drive, Nova York, 11747. Laboratório Nacional de Campo Magnético Alto, 1800 East Paul Dirac Dr., Universidade Estadual da Flórida, Tallahassee, Flórida, 32310. Disponível em: <<https://www.olympus-lifescience.com/en/microscope-resource/primer/lightandcolor/electromagintro/>>. Acesso em: 23 set. 2019.
- ABRÃO. Maria Sílvia. UOL. Pesquisa escolar. Ciências. **Sistema nervoso e encéfalo (3) - Neurônios.** 2019. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/ciencias/sistema-nervoso-e-encefalo-3-neuronios.htm>>. Acesso em: 14 nov. 2019.
- ABREU. Conceição. TRAVASSOS. A. **Visões.** O interior do olho humano. 2019. *A look on Vision.* Centro Cirúrgico de Coimbra. Disponível em: <<https://ccci.pt/wp-content/uploads/2019/07/Catalogo-3-light.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2019.
- AFP. Exame. Ciência. **Cientistas reproduzem teia de aranha em laboratório.** 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/ciencia/cientistas-reproduzem-teia-de-aranha-em-laboratorio/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.
- ALDRIGHI. C. **9 Escultores e suas obras hiper-realistas que você precisa conhecer.** 2016. Disponível em: <<https://www.tudointeressante.com.br/2016/02/10-escultores-e-suas-obras-hiper-realistas-que-voce-precisa-conhecer.html>>. Acesso em: 31 jul. 2019.
- ALTERIMA. **Bateria de tecido gera energia elétrica.** 2019. Disponível em: <<https://www.alterima.com.br/post/343/bateria-de-tecido-gera-energia-eletrica>>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- ANDERSON. S. G. SPIE. **Wearables vão além do consumidor... e entram na clínica?** 2019. Disponível em: <<https://spie.org/news/spie-professional-magazine/2019-january/wearables-move-beyond-the-consumer?SSO=1>>. Acesso em: 02 ago. 2019.
- APHILAV. Evandro. **Tecidos tecnológicos para saúde.** 2011. Disponível em: <http://www.aphilav.com.br/docs/gc_docs/2012/06/D28-22.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2019.
- ARQUIVO DE NOTÍCIAS. **A tecnologia do futuro: pesquisadores potencializam o uso do LED orgânico.** 2015. Disponível em: <<http://www.ufjf.br/arquivodenoticias/2015/10/a-tecnologia-do-futuro-pesquisadores-potencializam-o-uso-do-led-organico/>>. Acesso em: 28 out. 2019.
- ASSIS. B.G. Odílio. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, 2301. Artigos Gerais. **A asa da borboleta e a nanotecnologia: cor estrutural.** (The butterfly wing and the nanotechnology: structural color. Embrapa Instrumentação. São Carlos, SP, Brasil. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v35n2/01.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

BEIMS. Amália. **Perioste e Endoste**. Tecido Osséo. 2016. Disponível em:<<https://pt.slideshare.net/amaliabeims/tecido-osseo-70018619>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

BEM MAIS SEGURO. Do Grafeno à Inteligência artificial. 23 mar. 2016. Disponível em:<<https://blog.bemmaisseguro.com/grafeno-inteligencia-artificial/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

BICCA. Renato. OLIVEIRA. Edson. O arquivo. Ciência e tecnologia. **Pele de Tubarão - Shark skin**. Disponível em:<<http://www.oarquivo.com.br/variedades/ciencia-e-tecnologia/2504-pele-de-tubarao-shark-skin.html>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

BLUEVISION. Inovação: **O que são os tecidos inteligentes e como eles funcionam?** 05 de jul. 2018. Disponível em:<<https://bluevisionbraskem.com/inovacao/o-que-sao-os-tecidos-inteligentes-e-como-eles-funcionam/>>. Acesso em: 26 maio 2019.

BRASIL. Anna Maria. SANTOS. Fátima. **Equilíbrio Ambiental & Resíduos na sociedade moderna**. São Paulo. Faarte Editora LTDA. 2004.

BROCCO. Giane. IT. Management. **Biomimética: natureza como inspiração para a tecnologia**. 2017. Disponível em:<<http://www.itmanagement.com.br/2017/biomimetica-natureza-tecnologia/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

BUNDE Mateus. Neurotransmissores. **Neurotransmissores são compostos químicos que são produzidos por neurônios e sua comunicação se dá através da *synapse***. 2019? Disponível em:<<https://www.todoestudo.com.br/biologia/neurotransmissores>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

CALIXTO. Bruno. Globo com. Época. **Humanidade está provocando a sexta extinção em massa da Terra, diz estudo**. 2015. Disponível em:<<https://epoca.globo.com/colunas-e-blogs/blog-do-planeta/noticia/2015/06/humanidade-esta-provocando-sexta-extincao-em-massa-da-terra-diz-estudo.html>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

CALTON. James. **Technofutures**. Como a tecnologia de ponta transformará a vida no século 21. Editora Best Seller. 2001.

CAMARA. V.H. **Claire Danes usa vestido que brilha no escuro no baile de gala do MET**. 2016. Disponível em:<<http://ego.globo.com/moda/noticia/2016/05/claire-danes-usa-vestido-que-brilha-no-escuro-no-baile-de-gala-do-met.html>>. Acesso em 28 out.2019.

CASTRO. Paula Drummond. Jornal da Unicamp. Notícias. **Cientistas alertam para risco de extinção em massa de espécies**. 2018. Disponível em:<<https://www.unicamp.br/unicamp/index.php/ju/noticias/2018/03/28/cientistas-alertam-para-risco-de-extincao-em-massa-de-especies>>. Acesso em: 03 set. 2019.

CASTRO. Sebastião Vicente de. **Anatomia Fundamental**. São Paulo. SP. *Makron Books* do Brasil Editora Ltda.1985. Pg. 281-282.

CATRACA LIVRE. **Japoneses criam exoesqueleto robô para trabalhadores de Fukushima**. 2013. Disponível em:<<https://catracalivre.com.br/carreira/japoneses-criam-exoesqueleto-robo-para-trabalhadores-de-fukushima/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

CAVALCANTE. Dani. Penélope acessórios femininos. **Tendência Boho: bolsas e acessórios cortados a Laser.** 2013. Disponível em:<<http://penelopeacessorios.com.br/blogdapenelope/blog/tendencia-boho-bolsas-e-acessorios-cortados-a-laser/#.XUIXzfJKjIV>>. Acesso em: 31 jul. 2019.

CODAME. **Anouk Wipprecht.** *What does fashion lack? Microcontrollers.* (2019?). Disponível em:<<http://codame.com/artists/anouk-wipprecht>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

COLERATO. M. Modefica. **Seda De Aranha Sintética: O Material Que Está Cada Vez Mais Próximo De Se Tornar Realidade.** 2017. Disponível em<<https://www.modefica.com.br/seda-de-aranha-sintetica-moda-larga-escala/#.XUY-SfJKjIU>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

COLLETTI. Marjan. CRUZ. Marcos. A escola de arquitetura *Bartlett.* **Niccolò Casas.** 2019? Disponível em:<<https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/people/mphil-phd/niccolo-casas>>. Acesso em: 17 nov. 2018.

COSTA. R. Tecmundo. 2015. **Lulas estão inspirando nova tecnologia de camuflagem.** 2015. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/tecnologia-militar/77330-lulas-inspirando-nova-tecnologia-camuflagem.htm>>. Acesso em: 05 set. 2019.

CUNHA.R. *Stylo* urbano. **Ecopel está desenvolvendo peles sintéticas com plástico reciclável.** 06 ago. 2019. Disponível em:<<http://www.stylourbano.com.br/ecopel-esta-desenvolvendo-peles-sinteticas-com-plastico-reciclado/>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

CUNHA.R. *Stylo* urbano. **O desperdício têxtil aumentou 811% desde os anos 60.** Disponível em:<<http://www.stylourbano.com.br/o-desperdicio-textil-aumentou-811-desde-os-anos-60/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CUNHA.R. *Stylo* urbano. **O grafeno vai possibilitar a criação de uma nova indústria de roupas inteligentes.** 2015. Disponível em:<<http://www.stylourbano.com.br/o-grafeno-vai-possibilitar-a-criacao-de-uma-nova-industria-de-roupas-inteligentes/>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

CUNHA. R. *Stylo* urbano. **Tecidos inteligentes vão criar roupas mais interativas e multifuncionais.** 05 jun. 2015. Disponível em:<<https://www.stylourbano.com.br/tecidos-inteligentes-vao-criar-roupas-mais-interativas-e-multifuncionais/>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

CUNHA.Renato. *Stylo* urbano. **Roupas inteligentes: a fusão da moda com a tecnologia transformará os tecidos em um no sofwar.** Disponível em:<<http://www.stylourbano.com.br/roupa-inteligentes-a-fusao-da-moda-com-a-tecnologia-transformara-os-tecidos-num-novo-software/>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

DERVAL. D. INCRÍVEL. **Apenas 25% das pessoas enxergam todos os matizes nesta escala.** Disponível em:<<https://incrivel.club/inspiracao-psicologia/apenas-25-das-pessoas-enxergam-todos-os-matizes-nesta-escala-62855/>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

DIGITAL PIXEL. **Esculturas humanas hiper-realísticas por Jamie Salmon.** 2019. Disponível em:<<https://digitalpixel.com.br/gigantes-esculturas-humanas-por-jamie-salmon/>>. Acesso em: 31 jul. 2019.

DIÓGENES. Flávia. **Interiores: Revolução dos Tecidos em LED.** 2011. Disponível em:<<http://atlievenustas.blogspot.com/2011/01/interiores-revolucao-dos-tecidos-em-led.html>>. Acesso em 28 out. 2019.

DIVAHOLIC. Sensoree. **Os tecidos futuristas e a moda que dá voz ao corpo.** 18 jul.2018. Disponível em:<<https://divaholic.com.br/design/07-18-18-sensoree-os-tecidos-futuristas-e-a-moda-que-da-voz-ao-corpo/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

DONNA SGRO. **Morphotex dinâmico.** 2019? Disponível em:<<https://donnasgro.com/Dynamic-Morphotex>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

ECYCLE. **Biomimética: ciência inspirada na natureza.** 2019. Disponível em:<<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/6-atitude/1504-biomimetica-a-ciencia-que-se-inspira-na-natureza.html>>. Acesso em: 03 set. 2019.

EDUCALINGO. **Significado de "Periosteó" no dicionário português.** 2019. Disponível em:<<https://educalingo.com/pt/dic-pt/periosteó>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

ELLIS. Matt. 99 Designs **RGB e CMYK: Qual é a diferença?** 2019. Disponível em:<<https://99designs.com.br/blog/tips/correct-file-formats-rgb-and-cmyk/>>. Acesso em: 28 out. 2019.

ELVEN. Marjorie Van. Fashionunited. **Quão sustentáveis são os tecidos feitos de garrafa PET reciclada?** 2019. Disponível em:<<https://fashionunited.com.br/news/fashion/quao-sustentaveis-sao-os-tecidos-feitos-de-garrafa-pet-reciclada-1548254246/2019012187079>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

ENCHROMA. **O quê é a visão normal da cor?** 2019. Disponível em:<<https://enchroma.com/pages/normal-color-vision-test-result>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

ESCOBART. Helton. ESTADÃO. **Tecnologia natural da seda de aranha desafia a ciência.** 2012 Disponível em:<<https://www.estadao.com.br/noticias/geral,tecnologia-natural-da-seda-de-aranha-desafia-a-ciencia-imp-,822785>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

EUGÊNIO. Bruno. O verso do inverso. **As próteses únicas de Viktoria Modesta.** 2014. Disponível em:<<https://www.oversodoinverso.com.br/proteses-unicas-de-viktoria-modesta/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

FCEM. Feiras Congressos Empreendimentos. *Frebatex Group*. **Tecnologia para indústria têxtil: o que há de mais moderno no setor?** 2019. Disponível em:<<https://fcem.com.br/noticias/tecnologia-para-industria-textil-o-que-ha-de-mais-moderno-no-setor/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

FERREIRA. Danilo Constâncio. **Biomimética e Computação.** 2005. Trabalho de conclusão de curso. (Curso de Tecnologia em Processamento de Dados). Faculdade de Tecnologia de Americana. Americana, 2005.

FERREIRA. Paulo.S. **Experiência com os grandes cientistas.** Arnoldo Montador Editore S.P.A, Milão.1977.

FILAMENT2PRINT. **Em que se diferenciam as tecnologias de impressão.** 3D FDM e SLA? 2018. Disponível em:< https://filament2print.com/pt/blog/38_tecnologias-impresao-3D-FDM-SLA.html>. Acesso em: 31 de jul. 2019.

FILIPE. Davson. Realidade Simulada. **Super-Humanos Por Meio da Tecnologia: Exoesqueleto.** 2017. Disponível em:<<https://realidadesimulada.com/super-humanos-por-meio-da-tecnologiaa-exoesqueleto/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

FRAGELLI. Bruna Dias de L. GEBARA. Renan C. PECORARI. Ana Cláudia de S. **Órgãos humanos em chips.** *Microchip* que contém células humanas é a mais nova tecnologia desenvolvida para testar medicamentos. 2015. Disponível em:< <http://www.temasbio.ufscar.br/?q=artigos/%C3%B3rg%C3%A3os-humanos-em-chips>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

FRASER Jr. M. Cursos (CPT) Centro de Produções Técnicas. **Bicho-da-seda produz fios de teia de aranha.** 2019. Disponível em:< <https://www.cpt.com.br/noticias/bicho-seda-fios-teia-aranha>>. Acesso em: 16 out. 2019.

FROMM. Erich. Pensador. **Frases de Erich Fromm.** 2019. Disponível em:<https://www.pensador.com/frases_erich_fromm/>. Acesso em: 27 ago. 2019.

GIOMETTI. Christiano. *Instituto Excellis.* **Cetamina sublingual para depressão refratária.** 2019. Disponível em:< <http://www.excellis.com.br/2019/06/21/cetamina-sublingual-para-depressao-refrataria/>>. Acesso em: 17 nov. 2019.

GIGAZINE. **Inventou um novo material que realiza camuflagem óptica em qualquer ambiente sem fonte de alimentação.** 2019. Disponível em:< https://article.auone.jp/detail/1/3/7/48_7_r_20191024_1571893472835004>. Acesso em: 15 nov. 2019.

G1. Portal de notícias. Globo. Ciência e saúde. **Bioluminescência abre novos caminhos na pesquisa científica.** 24 jan. 2013. Disponível em:<<http://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2013/01/bioluminescencia-abre-novos-caminhos-na-pesquisa-cientifica.html>>. Acesso em: 10 out. 2019.

HAMMERSCHMIDT. Roberto. TECMUNDO. **Cachecol 'camaleão' muda de cor para se adaptar ao contexto do usuário.** 03 jul. 2015. Disponível em:< <https://www.tecmundo.com.br/moda/82631-cachecol-camaleao-muda-cor-adaptar-contexto-usuario.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

HAMMERSCHMIDT. Roberto. TECMUNDO. **Cientistas criam material que troca de cor igual ao camaleão.** 14 mar. 2015. Disponível em: < <https://www.tecmundo.com.br/ciencia/76559-cientistas-criam-material-troca-cor-igual-camaleao.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

HAMMERSCHMIDT. R. TECMUNDO. **Lulas estão inspirando nova tecnologia de camuflagem.** 27 mar. 2015. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/tecnologia-militar/77330-lulas-inspirando-nova-tecnologia-camuflagem.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

HAMMERSCHMIDT. R. TECMUNDO. **9 roupas inteligentes que você poderá vestir em breve.** 2015. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/wearables/84357-9-roupas-inteligentes-voce-vestir.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

HAMMERSCHMIDT. R. TECMUNDO. **9 roupas inteligentes que você poderá vestir em breve.** 05 ago. 2019. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/wearables/84357-9-roupas-inteligentes-voce-vestir.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

HAMMERSCHMIDT. R. TECMUNDO. **Tela flexível ultrafina pode ficar de qualquer cor e ser usada como roupa.** Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/82102-tela-flexivel-ultrafina-qualquer-cor-usada-roupa.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

HEASARC. **Quasares.** 2019. Disponível em:<https://heasarc.gsfc.nasa.gov/nasap/docs/univel_p/quasa_p.html>. Acesso em: 19 set. 2019.

HIPER CULTURA. Ciência. **5 características que fazem do grafeno o material do futuro.** 2019. Disponível em:<<https://www.hipercultura.com/caracteristicas-do-grafeno-o-material-do-futuro/>>. Acesso em: 29 out. 2019.

HOJE EM DIA. Primeiro plano. **Segredo da mudança rápida e complexa de cores dos camaleões é desvendado.** 11 mar. 2015. Disponível em:<<https://www.hojeemdia.com.br/primeiro-plano/segredo-da-mudan%C3%A7a-r%C3%A1pida-e-complexa-de-cores-dos-camale%C3%B5es-%C3%A9-desvendado-1.298359>>. Acesso em: 05 set. 2019.

HOLZENER. Steven. **Física II para Leigos.** RJ. *Alta Books*. 2012. Pg. 161 - 162

HOWARTH. Dan. *Deseen. Janne Kyttanen* imprime em 3D itens essenciais de viagem com o kit de bagagem perdida. 2014. Disponível em:<<https://www.dezeen.com/2014/05/07/janne-kyttanen-3d-printed-lost-luggage-kit/>>. Acesso em: 31 jul. 2019.

HYPENESS. **Criaram uma bermuda robótica que facilita caminhadas e corridas.** 2019. Disponível em:<<https://www.hypeness.com.br/2019/08/criaram-uma-bermuda-robotica-que-facilita-caminhadas-e-corridas/>>. Acesso em: 19 out. 2019.

HYPERSTEALTH BIOTECHNOLOGY CORP. *Invisibility Invented. Leaders in Camouflage, Concealment and Deception.* Líderes em camuflagem, ocultação e engano. 2019. Disponível em:<<http://www.hyperstealth.com/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

INCRÍVEL CLUB. MCIENTIFICA EM BIOLOGIA GERAL. **16 Peças de roupas incríveis que vamos usar no futuro.** 22 maio 2012. Disponível em:<<https://incrivel.club/criatividade-invencoes/16-pecas-de-roupas-incriveis-que-vamos-usar-no-futuro-397460/>> Acesso em: 31 jul. 2019.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Eletrônica. **LEDs em tecidos são fabricados em processo industrial.** 2015. Disponível em:<<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=leds-tecidos-fabricados-processo-industrial&id=010110150821#.XbdoWpJKjIU>>. Acesso em: 28 out. 2019.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Materiais avançados. **Roupa-camaleão terá camuflagem com células biônicas.** 2012. Disponível em:<<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=celulas-bionicas-camuflagem-roupas-inteligentes&id=010160120510#.Xb7aGFVKjIU>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. Materiais avançados. **Tecidos biomiméticos inteligentes copiam estrutura dos ossos.** 18 jan. 2017. Disponível em:<<https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=tecidos-biomimeticos-inteligentes-copiam-estrutura-ossos&id=010160170118#.XUcQJPJKjIV>>. Acesso em: 26 ago. 2019.

KAPLAN. Ken. SOS Ação mulher família. **Isso é uma aranha no seu vestido?** 2016. Disponível em:<http://sosmulherfamilia.blogspot.com/2016/06/isso-e-uma-aranha-no-seu-vestido_11.html?m=1>. Acesso em: 05 ago. 2019.

KLEINA. Nilton. Tecmundo. **Cientistas criam bermuda robótica que ajudam em corridas e caminhadas.** 2019. Disponível em:<<https://m.tecmundo.com.br/amp/produto/145062-cientistas-criam-bermuda-robotica-ajuda-corridas-caminhadas.htm>>. Acesso em: 16 out. 2019.

KLEINA. Nilton. Tecmundo. **Novo cassaca russo tem camuflagem traiçoeira inspirada em tubarão.** 2013. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/aviao/47706-novo-caca-russo-tem-camuflagem-traiçoeira-inspirada-em-tubarao.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

KQED. CIÊNCIA. **Você não está alucinando. Isso é apenas pele de lula.** 08 set. 2015. Disponível em:<<https://www.kqed.org/science/233664/youre-not-hallucinating-thats-just-squid-skin>>. Acesso em: 05 ago. 2019.

LEITE. Romildo de P. **Tarântula azul inspira nova tecnologia de corantes sustentáveis para tecidos.** *TEXTILE INDUSTRY*. 2019. Disponível em:<<http://textileindustry.ning.com/forum/topics/tarantula-azul-inspira-nova-tecnologia-de-corantes-sustent-veis>>. Acesso em: 31 out. 2019.

MACEDO Jorge, MACHADO. Roberta. Estado de Minas. Tecnologia. **Criado spray que torna qualquer objeto impermeável e resistente a riscos.** 2015. Disponível em:<https://www.em.com.br/app/noticia/tecnologia/2015/03/11/interna_tecnologia,626213/spray-torna-qualquer-objeto-impermeavel-e-resistente-a-riscos.shtml>. Acesso em: 18 mar. 2019.

MACHADO. Rafael. *Design Culture*. **Desvendando a Biomimética e suas principais aplicações no design.** 2017. Disponível em:<<https://designculture.com.br/desvendando-a-biomimetica-e-suas-principais-aplicacoes-no-design>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

MAGALHÃES. Lana. Toda Matéria. **Átomo.** 2019. Disponível em:<<https://www.todamateria.com.br/atomo/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

MAROJA. Gabriela. Audaces. **Biomimética aplicada na moda: A arte de imitar a natureza.** 2013. Disponível em:<<https://www.audaces.com/biomimetica-aplicada-na-moda-a-arte-de-imitar-a-natureza/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

MASTRANGELO. Mariana. *Purepeople*. **Com a perna amputada, cantora Viktoria Modesta renova conceito de diva pop**. 2015. Disponível em:<https://www.purepeople.com.br/noticia/com-a-perna-amputada-cantora-viktoria-modesta-renova-conceito-de-diva-pop_a68527/1>. Acesso em: 17 nov. 2019

MATEOS.Gabriela. **Pele de tubarão é na verdade coberta de dentes**. 2014. Disponível em:<<https://hypescience.com/pele-de-tubarao/>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

McGRATH. Matt. UOL. NOTÍCIAS. Meio Ambiente. **Por que cientistas dizem que próximos 18 meses serão cruciais para salvar o planeta**. 2019. Disponível em:<<https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/bbc/2019/07/25/por-que-cientistas-dizem-que-proximos-18-meses-serao-cruciais-para-salvar-planeta.htm>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

MELE. Cristina. Entrevista. **Anouk Wiprecht: as roupas que interagem com o homem**. 2018. Disponível em:<https://topweartech.altervista.org/anouk-wiprecht-gli-abiti-che-interagisono-con-luomo/?doing_wp_cron=1565134226.5153739452362060546875>. Acesso em: 07 ago. 2019.

MINILUA. Curiosidades. **Como nós vemos as cores?** 2019. Disponível em:<<https://minilua.com/como-nos-vemos-cores/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

MOREIRA. Alberto C. Indústria Têxtil e o do Vestuário - *Textile Industry* - Ano XII. **Como funciona a nanotecnologia**. 2011. Disponível em:<<https://textileindustry.ning.com/m/blogpost?id=2370240%3ABlogPost%3A28220>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

MUNDO DO PLASTICO. Sustentabilidade. **Saiba por que a indústria têxtil aderiu ao uso do plástico em seus produtos**. 2017. Disponível em:<<https://mundodoplastico.plasticobrasil.com.br/sustentabilidade/saiba-por-que-industria-txtil-aderiu-ao-uso-do-plastico-em-seus-produtos>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

MUNDO ESTRANHO. Ciência. Super Interessante. **Qual é a menor partícula existente?** 18 abr. 2011. Disponível em:<<https://super.abril.com.br/mundo-estranho/qual-e-a-menor-particula-existente/>>. Acesso em: 25 ago. 2019.

NETO. Ricardo B. Folha de S. Paulo - Ciência. **Novo material não molha nunca**. 30 dez. 2008. Disponível em:<<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe3012200801.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

NETO. João B.P. Brasil de fato. Uma visão popular do Brasil e do mundo. **O mega esquema criminoso do Nióbio**. 2018. Disponível em:<<https://www.brasildefato.com.br/2018/02/23/o-mega-esquema-criminoso-do-niobio/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

NEWSWIRE. **Hyperstealth Corp. divulga capa de invisibilidade de patente pendente**. Invisibilidade é agora uma realidade. Disponível em:<<https://www.newswire.com/news/hyperstealth-corp-discloses-patent-pending-invisibility-cloak-21010342>>. Acesso em 15 nov. 2018.

NÓBREGA. **Olímpio Salgado**. SILVA Eduardo Roberto. SILVA. Ruth Hashimoto. Química volume único. São Paulo. Ática 2008.

NOTÍCIAS DE ISRAEL: **Biotechnology em Israel para devolver a retina aos cegos.** 27 ago. 2019 com fuso horário. Disponível em:<https://israelnoticias.com/salud/tecnologia-devuelve-retina-ciegos/?fbclid=IwAR1Fg1iGBfdOeD6y_kgWyNt3Vic2eZmFWW3cioWQ5M5M0p5GAuFxFQM9zDU>. Acesso em: 26 ago. 2019.

O ESTADO DE SÃO PAULO. Estadão. **Esta tinta de cabelo muda de cor de acordo com a temperatura.** 2017. Disponível em:< <https://emails.estadao.com.br/noticias/moda-e-beleza,esta-tinta-de-cabelo-muda-de-cor-de-acordo-com-a-temperatura,70001948728>>. Acesso em: 05 set. 2019.

OLIVEIRA. António. **1 Mundo de cores. Quantas cores vemos?** 14 out.2010. Disponível em:<<http://1mundodecores.blogspot.com/2010/10/quantas-cores-vemos.html>>. Acesso: 07 ago. 2010.

ONU. Nações Unidas Brasil. Dia mundial do meio ambiente 2019. **A poluição plástica é um dos maiores desafios ambientais do nosso tempo, com estatísticas mostrando que haverá mais plástico nos oceanos do que peixes até 2050. Para mudar o futuro, cada um de nós precisa fazer a nossa parte.** 2019. Disponível em:<<https://nacoesunidas.org/meioambiente/2018-2/>>. Acesso em: 05 nov. 2019.

OPINIÃO & NOTÍCIA. **Cientistas descobrem como camaleão muda de cor.** 14 mar. 2015. Disponível em:<<http://opinioenoticia.com.br/internacional/cientistas-descobrem-como-camaleao-muda-de-cor/>> Acesso em: 04 ago. 2019.

O SEGREDO. **Flor de Lótus - um dos símbolos mais antigos do nosso planeta.** 2015. Disponível em:< <https://osegredo.com.br/flor-de-lotus-um-dos-simbolos-mais-antigos-do-nosso-planeta/>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

PAWYN. Michael. *Biomimicry institute*. **A biomimética é uma abordagem à inovação que busca soluções sustentáveis para desafios humanos, imitando os padrões e estratégias testado pelo tempo da natureza.** 2019. Disponível em:<<https://biomimicry.org/what-is-biomimicry/>>. Acesso em: 03 set. 2019.

PEN. *The Project on Emerging nanotechnologies*. **Morphotex fiber.** 2005. Disponível em:<<https://www.nanotechproject.org/cpi/products/morphotex-r-fiber/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

PERUZZO. Francisco. Miragaia/CANTO. Eduardo Leite. **Química na abordagem do cotidiano.** 4º ed. Vol. 1. São Paulo. Moderna, 2006.

PETRIN. Natália. **Todo estudo. Bioluminescência.** 2019? Disponível em:<<https://www.todoestudo.com.br/biologia/bioluminescencia>>. Acesso em: 10 out. 2019.

PIMENTA. Jean J.M; BELUSSI. Lucas F. B. NATTI. Érica R. T. NATTI Paulo. L. **Revista brasileira de ensino de física.** *Print version* ISSN 1806-1117. Rev. Bras.Ensino Fis. vol. 35, nº2. São Paulo. Apr./ June 2013 <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172013000200006>. *O bóson de Higgs. The Higgs boson* Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172013000200006>. Acesso em: 03 set. 2019.

PINTO. Argos de Arruda. **A base material dos sentimentos**. 2000. Disponível em:<<http://www.cerebromente.org.br/n12/opiniaio/sentimentos.html>>. Acesso em 20 nov. 2019.

PROJECT DRAWDOWN. *Janine Benyus*. Cofundador Biomimética 3.8. 2019. Disponível em: <<https://www.drawdown.org/board/janine-benyus>>. Acesso em: 03 set. 2019.

PYMNTS. **Tecido que muda de cor pode moldar o futuro de roupas e móveis**. 2018. Disponível em:<<https://www.pymnts.com/innovation/2018/color-changing-fabric-ucf-technology/>>. Acesso em: 29 out. 2019.

REMYINGTON. Chris. T.EVO. *Textile Evolution*. **O exoesqueleto de Comau entra em ação**. 2018. Disponível em:<<https://www.tevoneews.com/textile-machinery-news/1597-comau-s-exoskeleton-springs-into-action>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

ROCHA . Leonardo. **Tela flexível ultrafina pode ficar de qualquer cor e ser usada como roupa**. 2015. Disponível em:<<https://www.tecmundo.com.br/ciencia/82102-tela-flexivel-ultrafina-qualquer-cor-usada-roupa.htm>>. Acesso em: 03 nov. 2019.

ROMANZOTI. Natasha. HS *Hypescience*. **A pele dessa lula é basicamente um material mágico**. 2015. Disponível em:<<https://hypescience.com/a-pele-dessa-lula-e-basicamente-um-material-magico/>>. Acesso em: 14 ago. 2019.

ROMERO. Thiago. Agência Fapesp. **Cores que ajudam a economizar**. 2007. Disponível em:<<http://agencia.fapesp.br/cores-que-ajudam-a-economizar/8008/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

ROSSIN. Giovanna. Exame. Tecnologia. **MIT usa nanofio de nióbio para produzir supercapacitores**. 2019. Disponível em:<<https://exame.abril.com.br/tecnologia/mit-1/>>. Acesso em 01 nov. 2019.

ROSTON. Brittany. **A Soft Exosuit recebe favor da Defense Advanced Research (DARPA), dará soldados pernas sobre-humanas**. 12 set. 2014. Disponível em:<<https://www.slashgear.com/soft-exosuit-gets-darpa-favor-will-give-soldiers-superhuman-legs-12346076/>>. Acesso em: 20 out. 2019.

SANTOS. Luis. Cura e ascensão. **Chip RFID da Hitachi**. 2016. Disponível em:<https://www.curaeascensao.com.br/topicos-inicial/site/segredos/segredos_arquivos/segredos/segredos126.html>. Acesso em: 16 nov. 2016.

SANTOS. Vanessa Sardinha dos. Brasil Escola. **Genes**. 2019. Disponível em:<<https://brasilecola.uol.com.br/biologia/genes.htm>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SATURNO. Ares. **Exoesqueleto mecânico ajuda trabalhadores a carregar peso com segurança**. 2018. Disponível em:<<https://canaltech.com.br/wearable/exoesqueleto-mecanico-ajuda-trabalhadores-a-carregar-peso-com-seguranca-124422/>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

SCIENCE AVANCES. **Têxtil auto-alimentado para eletrônica vestível por meio da hibridação de nanogeradores em forma de fibra, células solares e supercapacitores**.

2026. Disponível em:<<https://www.sciencemag.org/subscribe/get-our-newsletters>>. Acesso: 26 maio 2019.

SCIENCE. DAILY. Notícias da Ciência: **Reforma extrema: a transformação sem precedentes da humanidade da Terra**. 29 de junho 2015. Universidade de *Leicester*. Disponível em: <<https://www.sciencedaily.com/releases/2015/06/150629080158.htm>>. Acesso em: 24 Jul. 2019.

SCRIVANO. Roberta. O Globo economia. **Indústria têxtil aposta em roupa ‘high-tech’**. 2017. Disponível em:<<https://oglobo.globo.com/economia/industria-textil-aposta-em-roupa-high-tech-21115058>>. Acesso em: 29 out. 2019.

SENSOREE. **Ger mood swea tea**. 2019. Disponível em:< <http://sensoree.com/artifacts/ger-mood-sweater/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

SIGNIFICADOS. Tecnologia. **Significado de Bit e Byte**. 2013. Disponível em:< <https://www.significados.com.br/bit-e-byte/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SINTEX. **BIT lidera projeto de Grafeno nos têxteis**. 08 jun.2016. Disponível em:<<http://www.sintex.org.br/noticia/2016/06/08/abit-lidera-projeto-de-grafeno-nos-texteis>>. Acesso em: 03 ago. 2019.

SOI INDUSTRY CONSORTIUM. **O minúsculo chip mu da Hitachi**. 2019. Disponível em:< <https://soiconsortium.org/2006/12/06/hitachis-tiny-mu-chip/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

SONNTAG. Claus B.E.S. **Fundamentos da termodinâmica**. 7º ed. Americana. São Paulo. Brucher. 2009.

SOUZA. Adriana P.C. ALMEIDA. Barbára C. P. Dossiê Técnico. **Criação de polvo em cativoiro**. Instituto Euvaldo Lodi - IEL/BA. 2013. Disponível em:< <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/Mjc2ODE=>>>. Acesso em: 31 out. 2019.

SOUZA. Carlos Eduardo. Habitus Brasil. **Marko Brajovic: Arquitetura, biomimética e design**. 2016. Disponível em:<<https://habitusbrasil.com/marko-brajovic-arquitetura-biomimetica-e-design/>>. Acesso em: 05 set. 2019.

STONE. Maddie. Gizmodo Brasil. **Este chip biodegradável vai monitorar seu cérebro e se “autodestruir” na sequência**. 2016. Disponível em:< <https://gizmodo.uol.com.br/chip-monitoramento-cerebro/>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

TECMUNDO. **Cientistas criam menor unidade de armazenamento de dados do mundo**. 2012. Disponível em:< <https://www.tecmundo.com.br/disco-rigido/17813-cientistas-criam-menor-unidade-de-armazenamento-de-dados-do-mundo.htm>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

TEX PRIMA. Amor a Moda. **A camiseta impermeável**. Fev. 2014. Disponível em:< <https://texprima.com.br/>>. Acesso em: 01 out. 2019.

TODA MATÉRIA. Biologia. Bioquímica. **Biotecnologia**. 2019. Disponível em:< <https://www.todamateria.com.br/biotecnologia/>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

VARELLA. Drauzio. VARELLA. Mariana. UOL. **Corpo humano. Neurônio.** 2019? Disponível em:<<https://drauziovarella.uol.com.br/corpo-humano/neuronio/>>. Acesso 14 nov. 2019.

VICTORAZZI. Ana. Razões para acreditar. **Camiseta com nanotecnologia repele qualquer tipo de líquido que você jogar nela.** 2017. Disponível em: <<https://razoesparaacreditar.com/tecnologia/camiseta-com-nanotecnologia-repele-qualquer-tipo-de-liquido-que-voce-jogar-nela/>>. Acesso em: 25 jul. 2019.

VILAR. Luciana K. *Obvious*. **Sobre moda e tecnologia.** Disponível em:<http://obviousmag.org/rg_proprio/2017/sobre-moda-e-tecnologia.html>. Acesso em: 05 ago. 2019.

VRIES.Daan De. The neon blog. **Anouk Wipprechet cria vestidos controlados pela mente.** 2015. Disponível em:<<https://blog.neonscope.com/Fashion/Outofthebox/867-anouk-wipprecht-creates-mind-controlled-synapse-dress>>. Acesso em: 17 out. 2019.

WILEY ONLINE LIBRARY. **Advanced Optical Materials.** 2017. Disponível em:<<https://onlinelibrary.wiley.com/toc/21951071/2017/5/2>>. Acesso em: 21 out. 2019.

WIPPRECHET. Anouk. Galeria. **Anouk Wipprechet Fassion.** Disponível em:<<http://www.anoukwipprecht.nl/bio>>. Acesso em: 07 ago. 2019.

WIPPRECHT. Anouk. **Anouk Wipprecht Fashiontech. Repensando na moda na era da digitalização.** 2007. Disponível em:<<http://www.anoukwipprecht.nl/#intro-1>>. Acesso em: 06 ago. 2019.

3D. Print EASY. **Jaqueta de impressão 3D que imita a reação dos arrepios humanos.** Disponível em:<<http://3deasy-print.com/home/index.php?ac=article&at=read&did=4374>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

4 MEDIC. **Descoberta! Células do corpo são conectadas como chips de computador!** 2019. Disponível em:<<https://noticias.4medic.com.br/celulas-do-corpo/>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

