

Nº 179662

Fibras do futuro

Fernando Soares de Lima
Rayana Santiago de Queiroz

*Palestra apresentado no Caminhos
Sustentáveis: o Futuro da Indústria
Textil, 2025. 53 slides.*

A série “Comunicação Técnica” compreende trabalhos elaborados por técnicos do IPT, apresentados em eventos, publicados em revistas especializadas ou quando seu conteúdo apresentar relevância pública.

PROIBIDO REPRODUÇÃO



CAMINHOS SUSTENTÁVEIS: O FUTURO DA INDÚSTRIA TÊXTIL

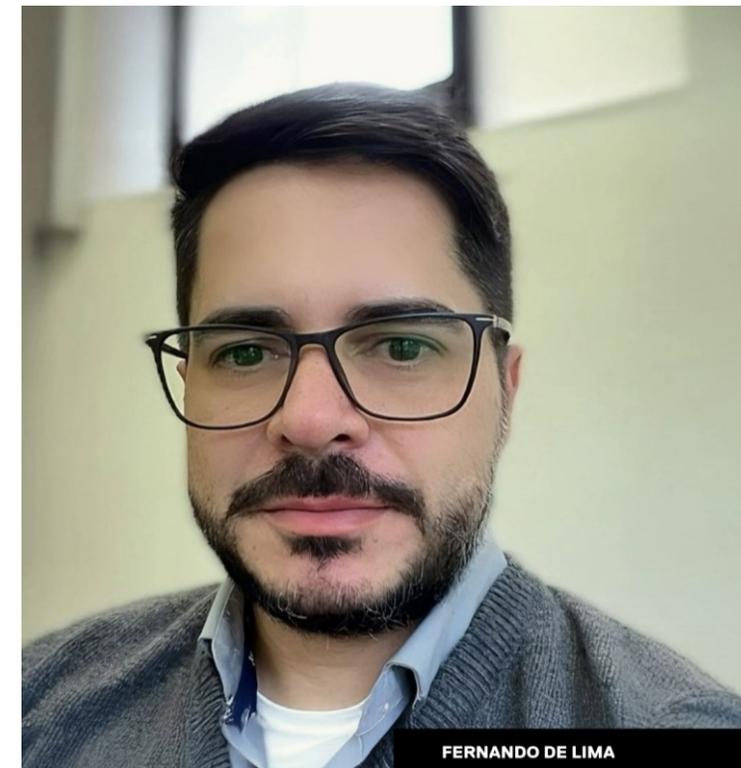
Fibras do Futuro

SOBRE MIM

Fernando Soares de Lima

- ✓ Técnico Têxtil
- ✓ Químico
- ✓ Engenheiro de Produção
- ✓ Mestre em Processos Industriais

Atuo como pesquisador no IPT no Laboratório de Tecnologia Têxtil e Produtos de Proteção



O QUE É O IPT?

EXISTIMOS PARA PROVER SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS PARA A INDÚSTRIA, OS GOVERNOS E A SOCIEDADE, HABILITANDO-OS A SUPERAR SEUS DESAFIOS E PROMOVENDO QUALIDADE DE VIDA



RECEITAS

Venda de projetos e serviços por meio da Fundação de Apoio ao IPT (FIPT)

Dotação orçamentária do Governo do Estado de São Paulo



IPT EM NÚMEROS*



125 ANOS DE CONTRIBUIÇÕES PARA A SOCIEDADE



> 1000 FUNCIONÁRIOS E COLABORADORES



50% DE RECEITA COM INOVAÇÃO



> 3.170 CLIENTES ATENDIDOS



> 16.200 DOCUMENTOS TÉCNICOS EMITIDOS

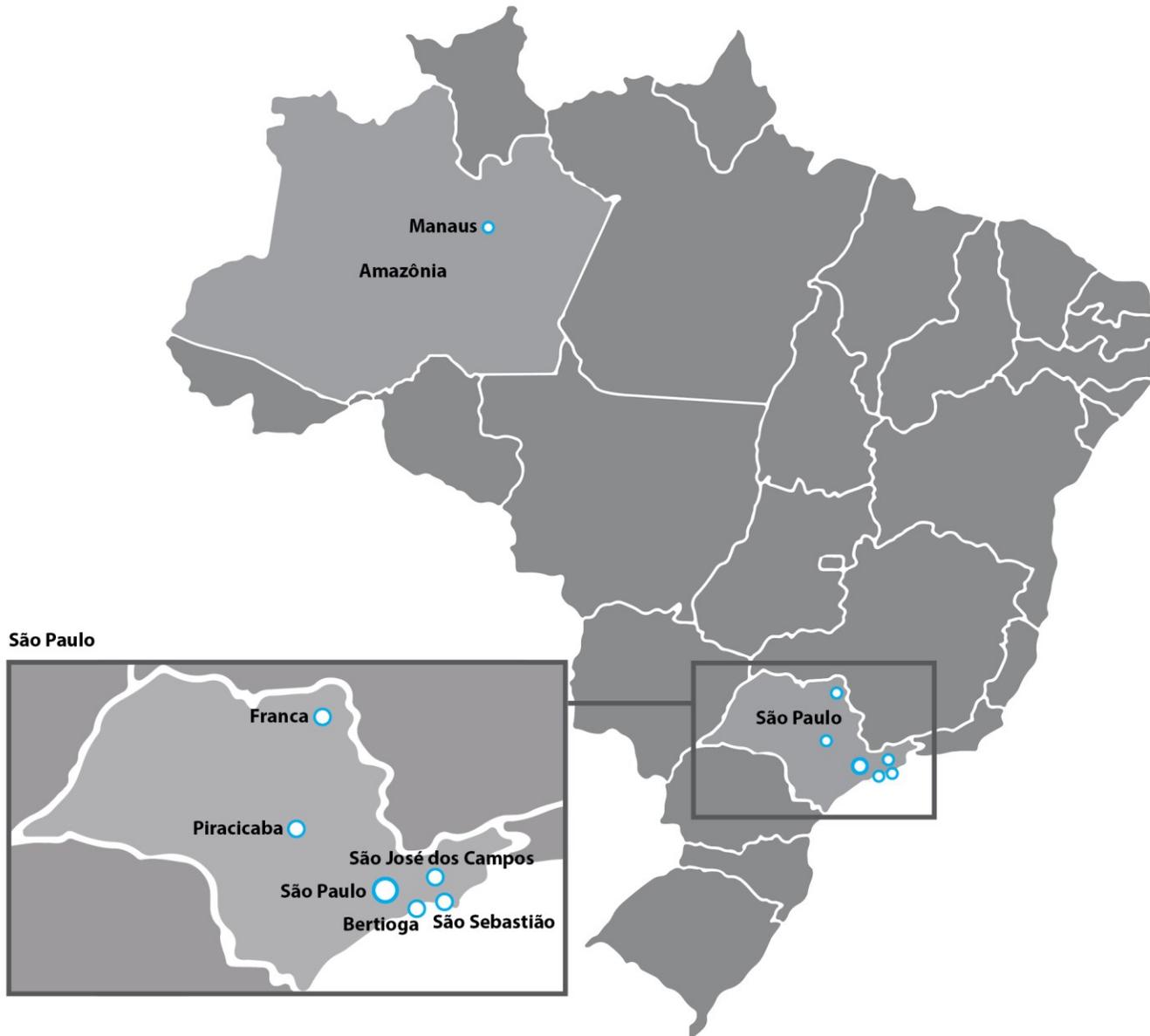


> 2000 PROCEDIMENTOS DE ENSAIOS E ANÁLISES NO PORTFÓLIO



35% DOS PROJETOS IPT COM IMPACTO DIRETO EM ESG

Unidades do IPT no Brasil



- 1 **São Paulo, SP**
Sede do IPT e Parque Laboratorial
- 2 **Bertioga, SP**
Planta de Biodigestão de Resíduos Sólidos
- 3 **Franca, SP**
Lab. de Tecnologia Têxtil e Produtos de Proteção
- 4 **São José dos Campos, SP**
Laboratório de Estruturas Leves
- 5 **São Sebastião, SP**
Laboratório Flutuante
- 6 **Piracicaba, SP**
Laboratório de Infraestrutura em Energia
- 7 **Manaus, AM**
Núcleo IPT Amazônia

O QUE FAZEMOS?

PESQUISA,
DESENVOLVIMENTO
E INOVAÇÃO

PRODUTOS E PROCESSOS
SOFTWARES
DA BANCADA AO PILOTO
APOIO DE FOMENTO
EMBRAPII

TESTES, ENSAIOS
E ANÁLISES

PARECERES TÉCNICOS
AVALIAÇÃO
DE PRODUTOS
CERTIFICAÇÃO
DE PRODUTOS

INSPEÇÕES E
MONITORAMENTOS

OBRAS E ESTRUTURAS
MÁQUINAS E
EQUIPAMENTOS
ORGANISMO DE
INSPEÇÃO ACREDITADO

DESENVOLVIMENTO
METROLÓGICO,
MEDIÇÕES
E CALIBRAÇÕES

PROGRAMAS
DE PROFICIÊNCIA
DESENVOLVIMENTO
DE PADRÕES
METROLOGIA AVANÇADA

MATERIAIS DE
REFERÊNCIA
CERTIFICADOS

METAIS
CERÂMICAS
MINERAIS
VISCOSIDADE
AREIA NORMAL

TREINAMENTO E
CAPACITAÇÃO

MESTRADO
PROFISSIONAL
CURTA DURAÇÃO
EDUCAÇÃO
CORPORATIVA



UNIDADES DE NEGÓCIOS

BIONANOMANUFATURA

Biotecnologia, Nanotecnologia, Microfabricação, Química e EPIs

CIDADES, INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE

Planejamento Territorial, Obras Civas, Riscos, Recursos Hídricos, Florestas

ENERGIA

Geração, Infraestrutura, Eficiência, Energias limpas

ENSINO TECNOLÓGICO

Mestrado, MBA Internacional, Especialização

HABITAÇÃO E EDIFICAÇÕES

Conforto, Desempenho, Segurança, Materiais, Sustentabilidade

MATERIAIS AVANÇADOS

Metal, Polímero, Compósito, Celulose, Corrosão

TECNOLOGIAS DIGITAIS

IoT, Sistemas Embarcados, Sistemas de Transportes, IA, Analytics

TECNOLOGIAS REGULATÓRIAS E METROLÓGICAS

Mecânica, Elétrica, Vazão, Aerodinâmica, Química



DIFERENCIAIS



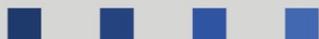
+ 120 mil m² de laboratórios
+ 1000 profissionais qualificados
Inúmeros caminhos para inovar



+ 2 mil ensaios e calibrações
+ 20 mil documentos técnicos por ano
Referência em qualidade dos serviços



Nível de excelência no NPS
NPS 84
(Net Promoter Score)



PROJETOS DE INOVAÇÃO



O Núcleo de Sustentabilidade e Baixo Carbono do IPT foi criado com o objetivo de desenvolver novas competências relacionadas à sustentabilidade, economia circular, mercado de baixo carbono e orientação de responsabilidade socioambiental. Atua em conjunto com as demais unidades de negócios, com o olhar para novos bionegócios cujas oportunidades envolvem a transformação de recursos naturais em ativos, sem abrir mão do respeito integral à cadeia ambiental.



para Bem-Estar e Saúde Aplicados às Ciências da Vida foca o desenvolvimento de projetos para melhoria da qualidade de vida e bem-estar da sociedade, a partir de tecnologias inovadoras e com base na interconexão do tripé saúde humana, animal e ambiental. Uma das primeiras pesquisas abrigadas pelo núcleo conecta-se ao projeto 'Sistematização do método de xenotransplante no Brasil', com diversos parceiros e foco na viabilização clínica da técnica.



Ampliando a atuação nacional, o novo núcleo IPT Amazônia em Manaus tem por missão propor soluções tecnológicas para o desenvolvimento sustentável regional, em parceria com instituições locais. Atua em projetos de PD&I, serviços tecnológicos, ensaios, análises, capacitação e novos negócios. Os principais objetivos são fortalecer as cadeias produtivas da bioeconomia, aumentar a competitividade do Polo Industrial de Manaus e apoiar demandas de governos da região.





O IPT abre seu campus para a maior iniciativa de inovação aberta em hardtech do Brasil, conectando os diversos atores desse ecossistema.

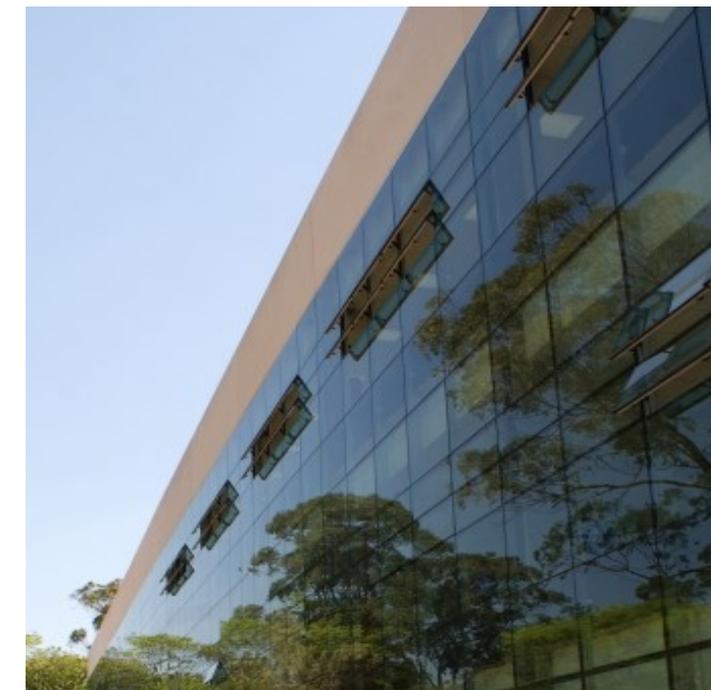
Pedra fundamental do projeto CITI – Centro Internacional de Tecnologia e Inovação do Estado de São Paulo



Modalidade 1

Hub de inovação

Participe de um ecossistema único e transformador que congrega empresas e startups que empreendem juntas na criação de tecnologias impulsionadoras de novos negócios.



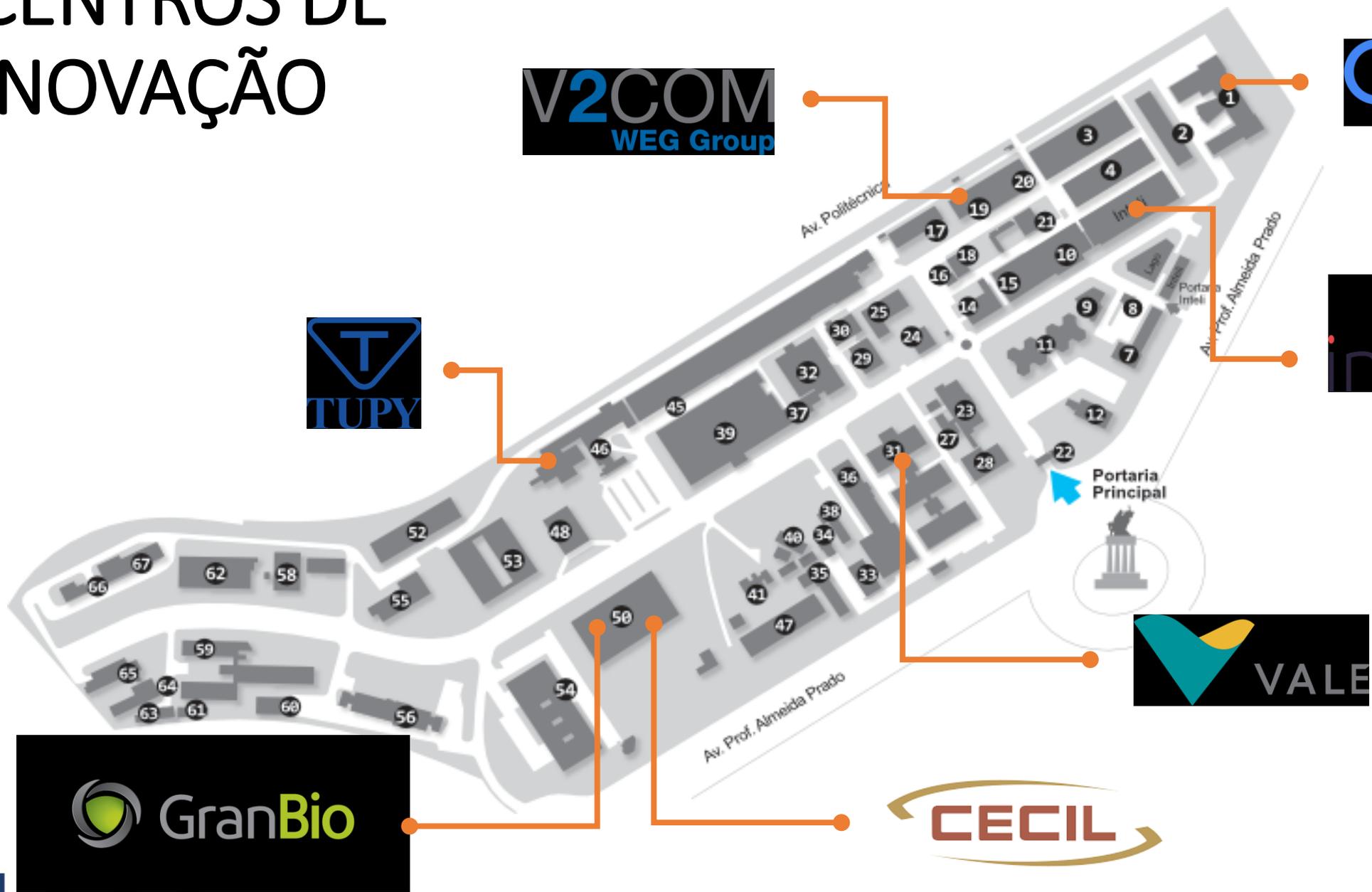
Modalidade 2

Centro de inovação

Instale o Centro Tecnológico da sua empresa dentro do campus do IPT e potencialize sua capacidade de desenvolvimento.



CENTROS DE INOVAÇÃO



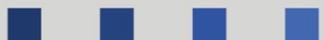
A INDÚSTRIA TÊXTIL

Globally, the USD 1.3 trillion clothing industry employs more than 300 million people along the value chain; (2015)¹



https://issuu.com/lulu_hypermarket/docs/fashion/s/19653967

¹ ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *A new textiles economy: redesigning fashion's future*. Cowes, UK: Ellen MacArthur Foundation, 2017. Disponível em: <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 03/25



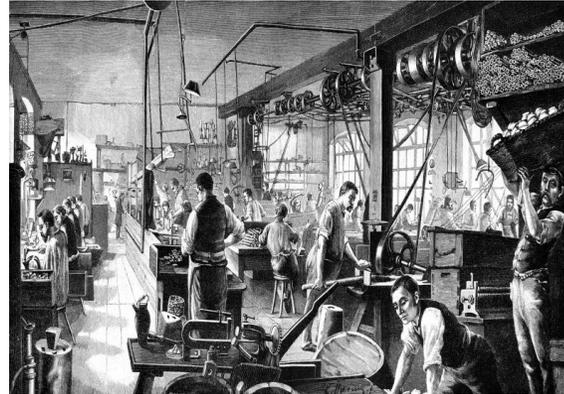
A INDÚSTRIA TÊXTIL



Marcos históricos iniciais:

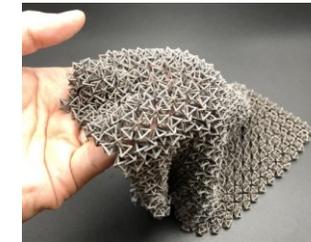
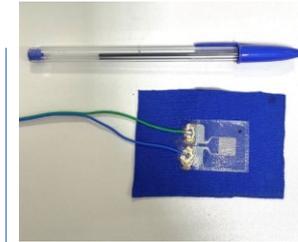
- **8.000 a.C.:** Primeiros tecidos de linho no Egito Antigo.
- **5.000 a.C.:** Uso de algodão na Índia e no Peru.
- **4.000 a.C.:** Lã utilizada na Mesopotâmia.
- **3.000 a.C.:** Seda criada na China

Barber, E. J. W. (1991). *Prehistoric Textiles: The Development of Cloth in the Neolithic and Bronze Ages*. Princeton University Press



Revolução Industrial

- **Tear mecânico (1785)**, de Edmund Cartwright, aumentou a produtividade dos tecidos.
- **Máquina de fiar (Spinning Jenny, 1764)**, de James Hargreaves, acelerou a produção de fios.
- **Motor a vapor (1769)**, de James Watt, revolucionou a mecanização da indústria.



- Têxteis Inteligentes e Eletrônicos
- Estruturas 3D
- Texteis funcionais

F I B R A S D O

FUTURO

Caminhos Sustentáveis para a Indústria Têxtil



SOBRE MIM

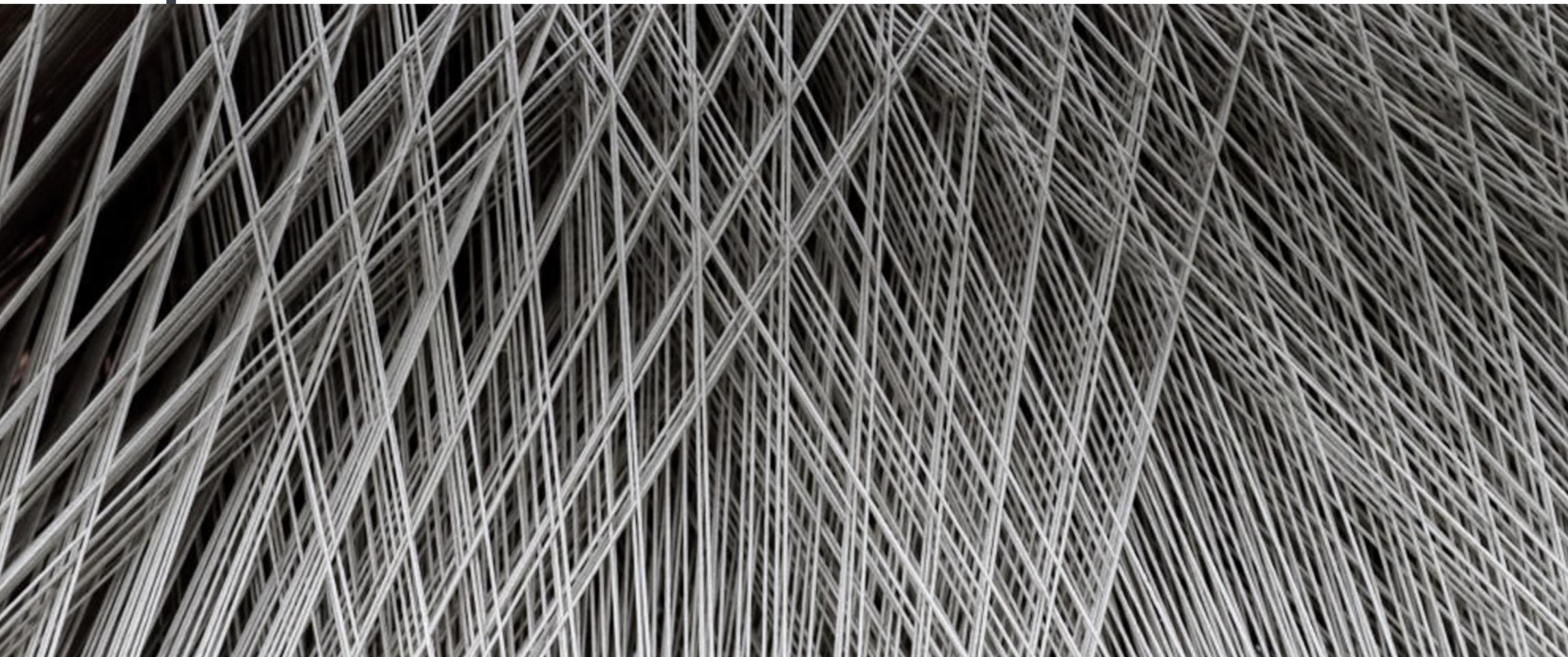
RAYANA SANTIAGO

Doutora em Engenharia Têxtil pela Universidade do Minho - Portugal (2024), mestre (2013) e graduada (2009) pelo curso de Têxtil e Moda da Universidade de São Paulo. Desde 2011 sou pesquisadora no Instituto de Pesquisa Tecnológicas, tendo atuado especialmente nos seguintes temas: fibras têxteis vegetais, corantes naturais, conforto, caracterização e avaliação de desempenho de têxteis técnicos. Idealizadora da A.FLORA Têxtil, sou uma entusiasta das fibras vegetais nativas do Brasil.



PANORAMA

Breve contextualização da indústria têxtil e mercado de fibras



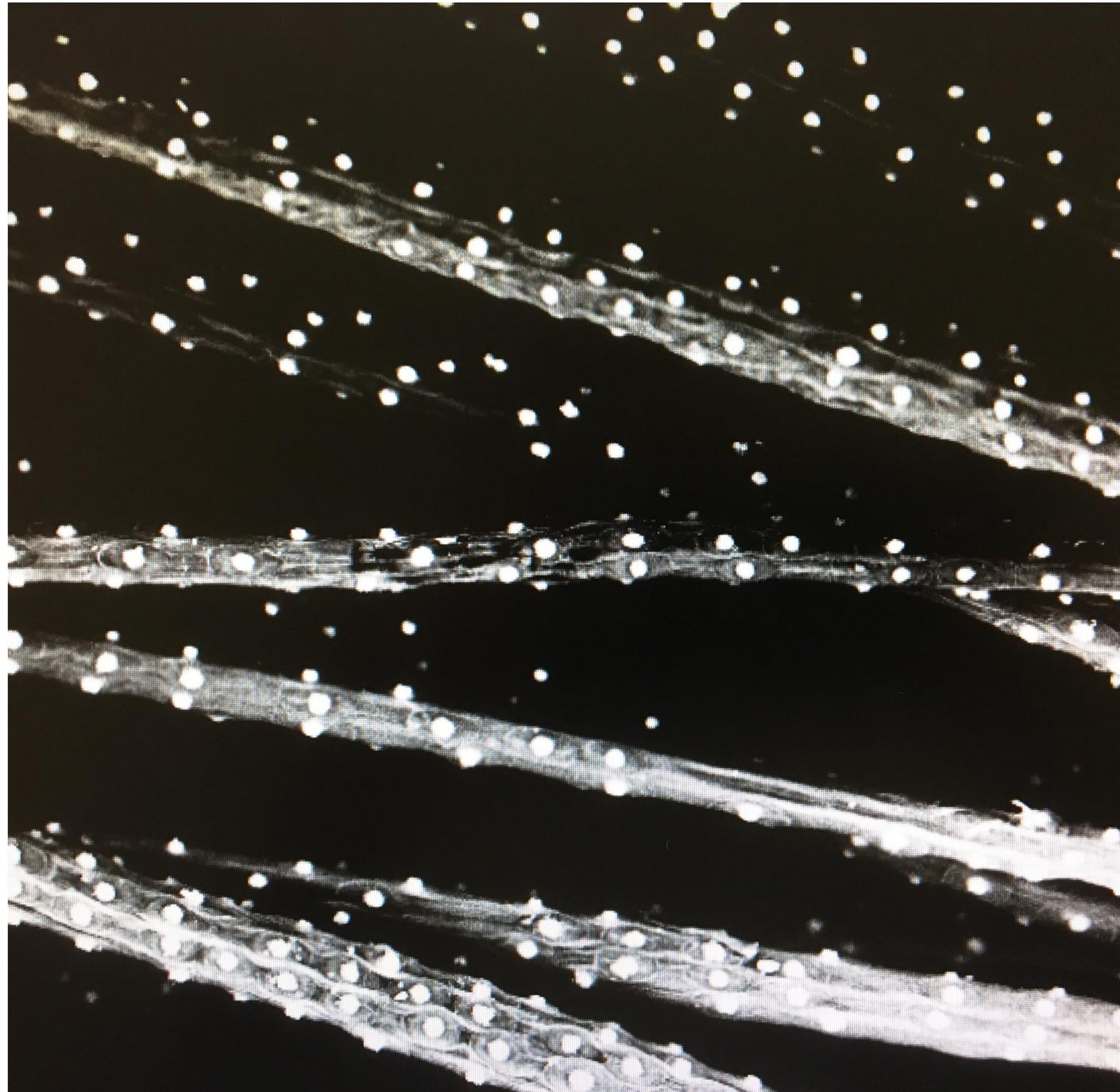
1



- Uma das maiores e mais importantes do mundo.
- Uma das mais poluentes do mundo.
- Caracterizada pelo consumo em massa e uso indevido de recursos naturais.
- Expansão crescente das aplicações e diversificação.

P A N O R A M A

A INDÚSTRIA TÊXTIL



- É a unidade elementar de todas as estruturas têxteis.
- O segundo item de maior importância, depois dos alimentos (Ramawat e Ahuja, 2016).
- Consumo crescente, devido expansão demográfica e a diversificação, tem levado a um fenômeno nomeado por Scheffer (2012) de "fibre gap".

P A N O R A M A

A FIBRA TÊXTIL

U M A B R E V E

HISTÓRIA DAS FIBRAS

~7000 AC

As fibras eram obtidas exclusivamente de plantas e animais.

1920'S

As fibras mais importantes no mundo eram: lã, seda, algodão e linho.

1950

Avanços significativos no desenvolvimento das fibras manufaturadas; Expansão demográfica e consumo.

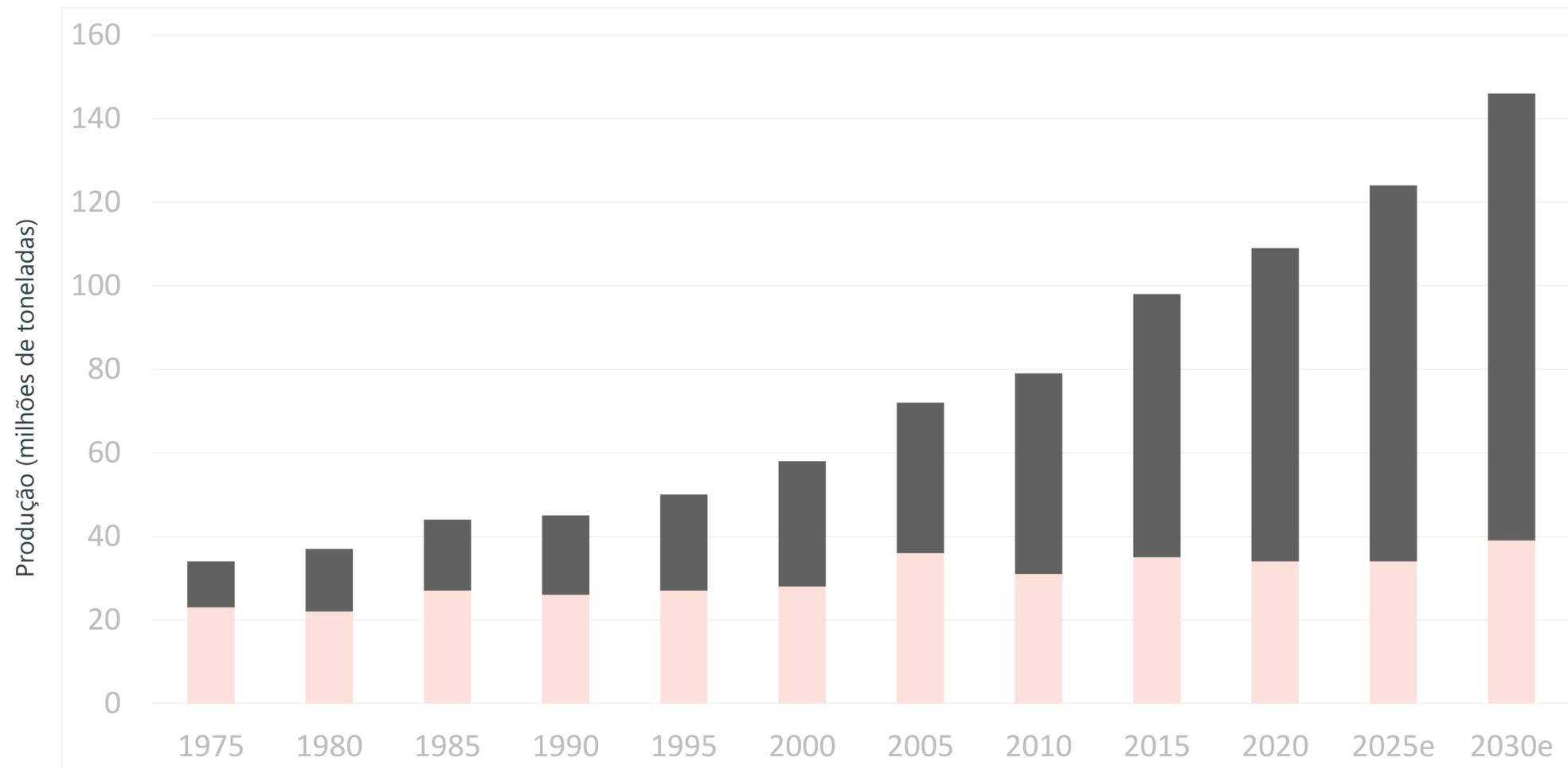
1980

Gradual deslocamento do consumo de fibras naturais para fibras manufaturadas.

2023

Fibras sintéticas lideram o mercado de fibras têxteis.

EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO DE FIBRAS



NATURAIS MANUFATURADAS

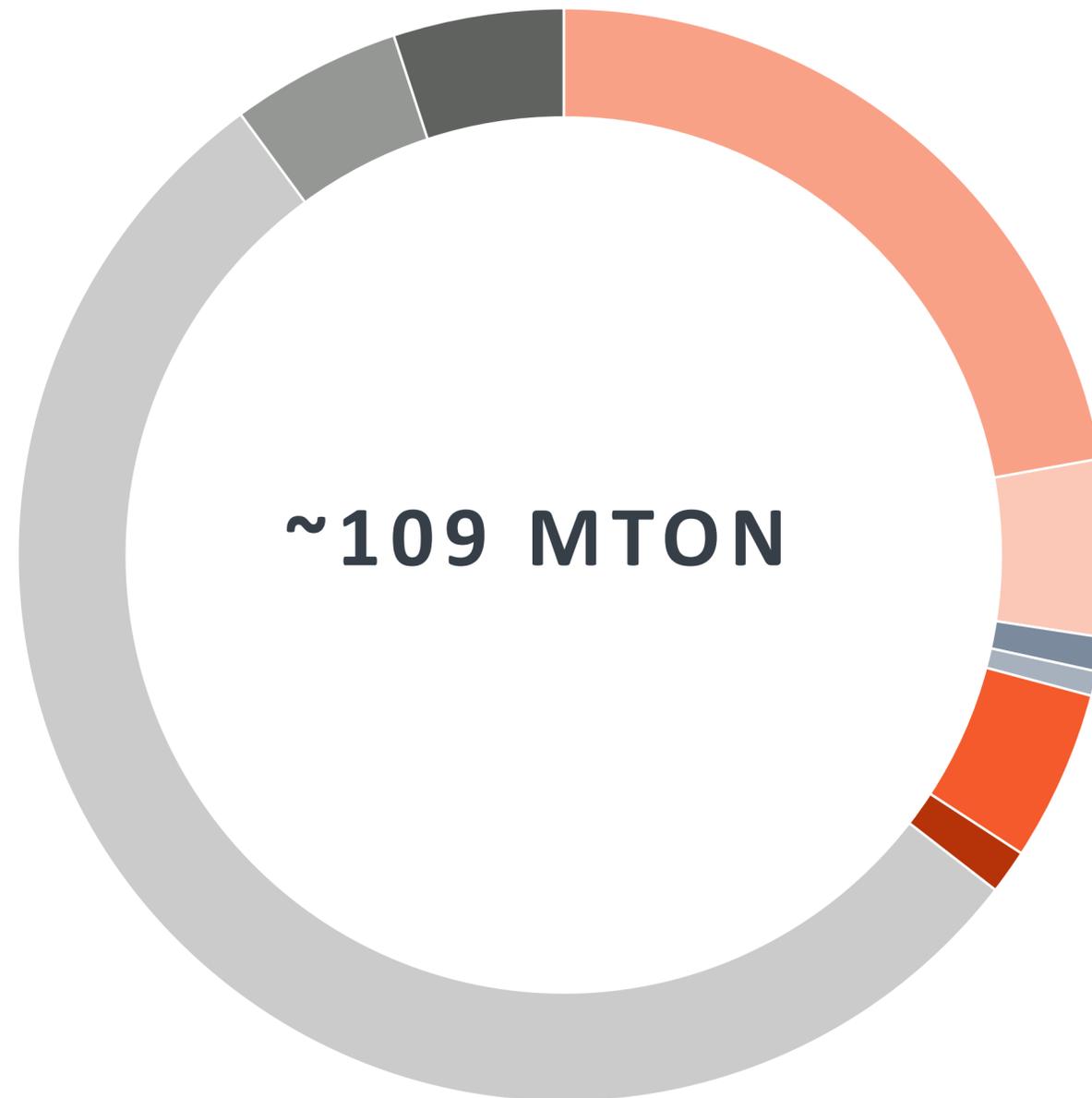
O consumo total de fibras têxteis nos últimos 20 anos mais que duplicou.

Observa-se também uma expansão na produção de fibras manufaturadas (artificiais e sintéticas), que cresceu quase 4 vezes.

CONSUMO GLOBAL DE FIBRAS

Atualmente predomina o consumo de fibras sintéticas à base de petróleo, (cerca de 65%), destacando-se o poliéster (cerca de 54%).

- Algodão ~22%
- Outras fibras vegetais ~5,2
- Lã ~1%
- Outras fibras animais ~0,72
- Viscose ~5%
- Outras fibras celulósicas ~1,3
- Poliéster ~54%
- Poliamida ~5%
- Outras fibras sintéticas ~5%



~109 MTON

INOVAÇÃO

Novas fibras têxteis e tecnologias de produção



2

“Ao examinar a linguagem do tecido, observamos que havia nas tecnologias da informática a mesma cadência (compasso/ritmo) já contida na criação têxtil – ritmo que prossegue sem interrupção da pré-história à atualidade, desde que surgiu a arte de fazer cestos. A combinação binária do cruzamento do fio reflete o código binário do instrumento informático”

V I C E N T - R I C A R D (1 9 8 9)

Do artesanato à informática e à robótica... um ritmo milenar – Espirais da Moda

TECHNOLOGY READNESS LEVEL – TRL



CLASSIFICAÇÃO

NATURAIS						MANUFATURADAS				
VEGETAIS (BASE CELULÓSICA)			ANIMAIS (BASE PROTEICA)		MINERAIS	BASE ORGÂNICA				BASE INORGÂNICA
Semente Fruto	Caule	Folha	Pelo	Secreção		POLÍMEROS NATURAIS		POLÍMEROS SINTÉTICOS		
						Artificiais Celulósicas	Artificiais Proteicas	Biossintéticas	Sintéticas	
Algodão Paina	Linho Juta Cânhamo Rami	Abacá Sisal	Lã Cashmere Alpaca Mohair	Seda	Amianto Abesto	Viscose Modal Liocell Acetato Triacetato Rayon Cupro	Caseina Azlon	PLA PHA PHB	Poliéster Poliamidas Polietileno Polipropileno Acrílica Vinial Elastana Poliuretana	Carbono Cerâmica Vidro Metálica

I N O V A Ç Õ E S E M F I B R A S

#1 O FUTURO É ASCESTRAL

Fibras e técnicas de um conhecimento ancestral quase extinto trazem luz para o desenvolvimento de lógicas de produção e materiais mais sustentáveis



F I B R A S A N C E S T A I S

LOTUS FIBRE

LOTUS SILK

FIBRA NATURAL

Extraída do caule da lotus (*Nelumbo nucifera*) esta fibra é um material único usado há séculos tendo sua origem em Burma. Devido à natureza intensiva do processo, é considerado um material de luxo.

F I B R A S A N C E S T A I S

PINEAPPLE FIBRE

PIÑA SILK

FIBRA NATURAL

A fibra de abacaxi, é um produto derivado da utilização de resíduos de folhas de abacaxi e tem sua origem nas Filipinas. Com elas se produz um tecido fino, transparente e brilhoso, conhecido como *Piña-Silk*.



F I B R A S A N C E S T A I S

FICUS FIBRE

BARKCLOTH

FIBRA NATURAL

O *Barkcloth* é um material produzido por uma técnica ancestral que tem sua origem em Uganda (África). A entrecasca da árvore Mutuba (*Ficus natalensis*) é extraída e depois batida com diferentes tipos de marretas de madeira para lhe conferir uma textura macia e fina e uma cor terracota uniforme.

INOVAÇÕES EM FIBRAS

#2 O FUTURO É CIRCULAR

Resíduos agrícolas e das indústrias de alimentos e têxtil são ressignificados e transformados em novas fibras e materiais.



FIBRAS CIRCULARES

ALGODÃO RECICLADO

DEFIBRADO DE ALGODÃO

FIBRA NATURAL

Fibra de algodão obtida de resíduos têxteis pré e pós consumo por meio de um processo mecânico de desfibragem, resultando no desfibrado de algodão, cujas fibras são mais curtas que a matéria-prima virgem, mas pode ser misturada em % menores na produção dos fios e tecidos em geral.



FIBRAS CIRCULARES

ORANGE FIBRE

ORANGE SILK

RESÍDUOS DE LARANJA

FIBRA ARTIFICIAL
CELULÓSICA

A *Orange Fiber* é produzida à partir da celulose regenerada dos resíduos da casca de laranja da indústria de suco e resulta em uma fibra semelhante à seda. Quando utilizado em sua forma mais pura, o tecido apresenta toque macio e sedoso, leve e pode ser opaco ou brilhante de acordo com a necessidade de produção.

F I B R A S C I R C U L A R E S

ROSE FIBRE



RESÍDUOS DE ROSA

FIBRA ARTIFICIAL
CELULÓSICA

A Fibra de rosa é produzida à partir da celulose regenerada dos resíduos do caule da roseira e resulta em uma fibra semelhante à seda.



F I B R A S C I R C U L A R E S

SUNFLOWER FIBRE

CLIMAFIBRE

RESÍDUOS DE GIRASSOL

FIBRA NATURAL

Tecido desenvolvido à partir das fibras do caule de girassóis (resíduo da agroindústria). Possui também um revestimento hidrofóbico feito de um subproduto da indústria do óleo de girassol, que permite que o tecido mantenha suas qualidades respiráveis com alteração mínima em sua estética ou toque. Os pigmentos também foram extraídos de diversas partes da flor.



F I B R A S C I R C U L A R E S

PINEAPPLE CROWN FIBRE

Wool: Re-Crafted

RESÍDUOS DE ABACAXI

FIBRA NATURAL

Fibra obtida da coroa do fruto do abacaxi, que é considerada um resíduo da indústria alimentícia. Sua característica rugosa se produz fios e tecidos com um resultado estético que se assemelha à lã animal.



F I B R A S C I R C U L A R E S

CHITIN/CHITOSAN FIBRE

RESÍDUOS DE
EXOESQUELETO DE
CAMARÃO

FIBRA ARTIFICIAL
PROTEICA

A quitosana é um biopolímero de base proteica produzido a partir dos resíduos de exoesqueleto de camarão e outros crustáceos. Ele encontrou seu uso em muitas aplicações, inclusive médica devido à sua solubilidade, bem como às propriedades químicas e biológicas. Além de sua biodegradabilidade e biocompatibilidade.

INOVAÇÕES EM FIBRAS

#3 O FUTURO É BIOBASED

Fibras produzidas de polímeros naturais para substituição das fibras de polímeros sintéticos.



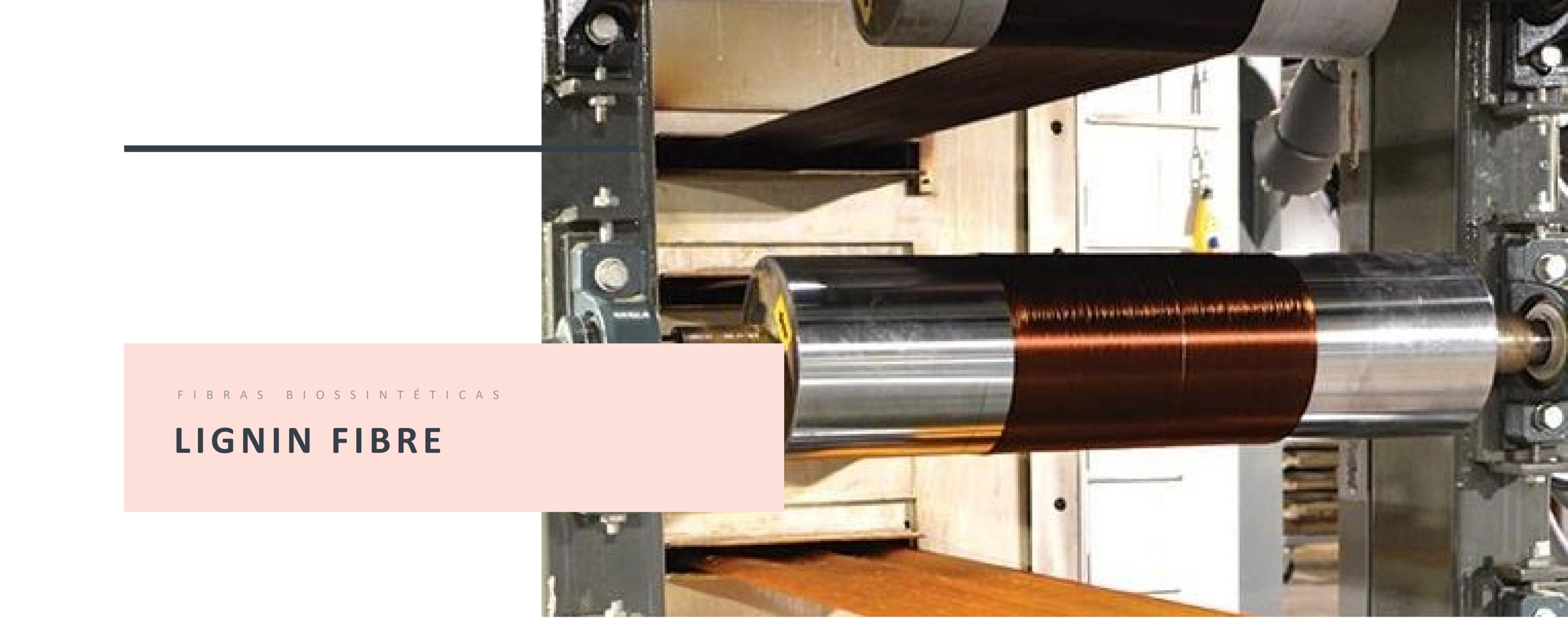
FIBRAS BIOSSINTÉTICAS

PLA/PHB FIBRE

BIOMASSA E ÓLEOS
VEGETAIS

FIBRAS BIOSSINTÉTICAS

As fibras bio sintéticas são polímeros (geralmente PLA ou PHA) feitos de materiais renováveis (não à base de petróleo). Muitas vezes são considerados uma opção mais sustentável do que o poliéster e poliamida virgem. Esses biopolímeros são produzidos da biomassa e óleos naturais de vários vegetais.

A photograph of industrial machinery, likely a textile or fiber production machine. A large, horizontal copper coil is the central focus, mounted on a metal frame. The background shows various mechanical components, pipes, and a white cabinet. The lighting is bright, highlighting the metallic surfaces.

FIBRAS BIOSSINTÉTICAS

LIGNIN FIBRE

BIOMASSA E ÓLEOS
VEGETAIS

FIBRAS BIOSSINTÉTICAS

A lignina, depois da celulose é polímero natural mais abundante no planeta, e um significativo coproduto da indústria de papel e celulose. Algumas pesquisas estão avaliando a possibilidade de transformação química da lignina para produção de fibras ultra resistentes, podendo substituir a aramida.



F I B R A S B I O S S I N T É T I C A S

ALGAE FIBRE

ALGINATO

F I B R A S B I O S S I N T É T I C A S

O alginato é uma substância presente na parede celular de algas marinhas. As principais aplicações estão relacionadas às suas propriedades espessantes e gelificantes. Algumas empresas estão desenvolvendo utilizando esse biopolímero com outros biopolímeros renováveis para produzir um fio resistente e elástico.

I N O V A Ç Õ E S E M F I B R A S

#4 O FUTURO É BIODIVERSO

Estima-se a existência de mais 2.300 espécies fibrosas em todo o planeta que podem ser fontes de diferentes tipos de fibras.



F I B R A S D A B I O D I V E R S I D A D E

KAPOK FIBRE

KAPOK SILK

FIBRA NATURAL

Obtida dos frutos de várias espécies de painera a paina (ou kapok) é uma fibra leve, de toque macio e sedoso com propriedades de conforto e microbiológicas exclusivas.

A close-up photograph of banana silk fibers, showing their fine, delicate, and silken texture. The fibers are arranged in several large, overlapping loops, creating a sense of depth and movement. The color is a soft, off-white or light beige. The background is a neutral, textured surface.

F I B R A S D A B I O D I V E R S I D A D E

BANANA FIBRE

BANANA SILK

FIBRA NATURAL

Obtidas do pseudocaule da banana, as fibras retiradas dessa parte da banana são naturalmente finas, delicadas e sedosas.

FIBRAS DA BIODIVERSIDADE

NETTLE FIBRE

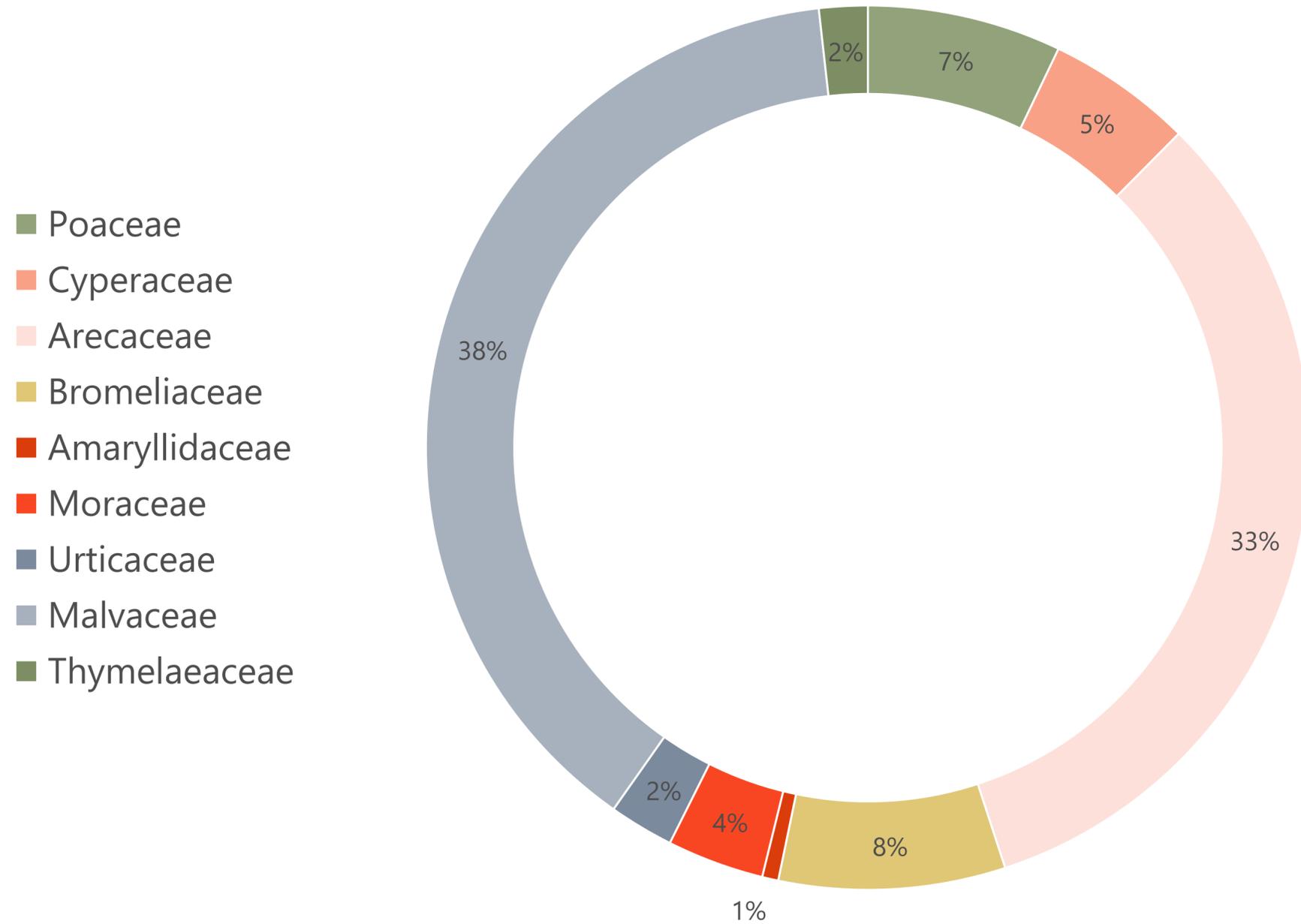


NETTLE FIBRE

FIBRA NATURAL

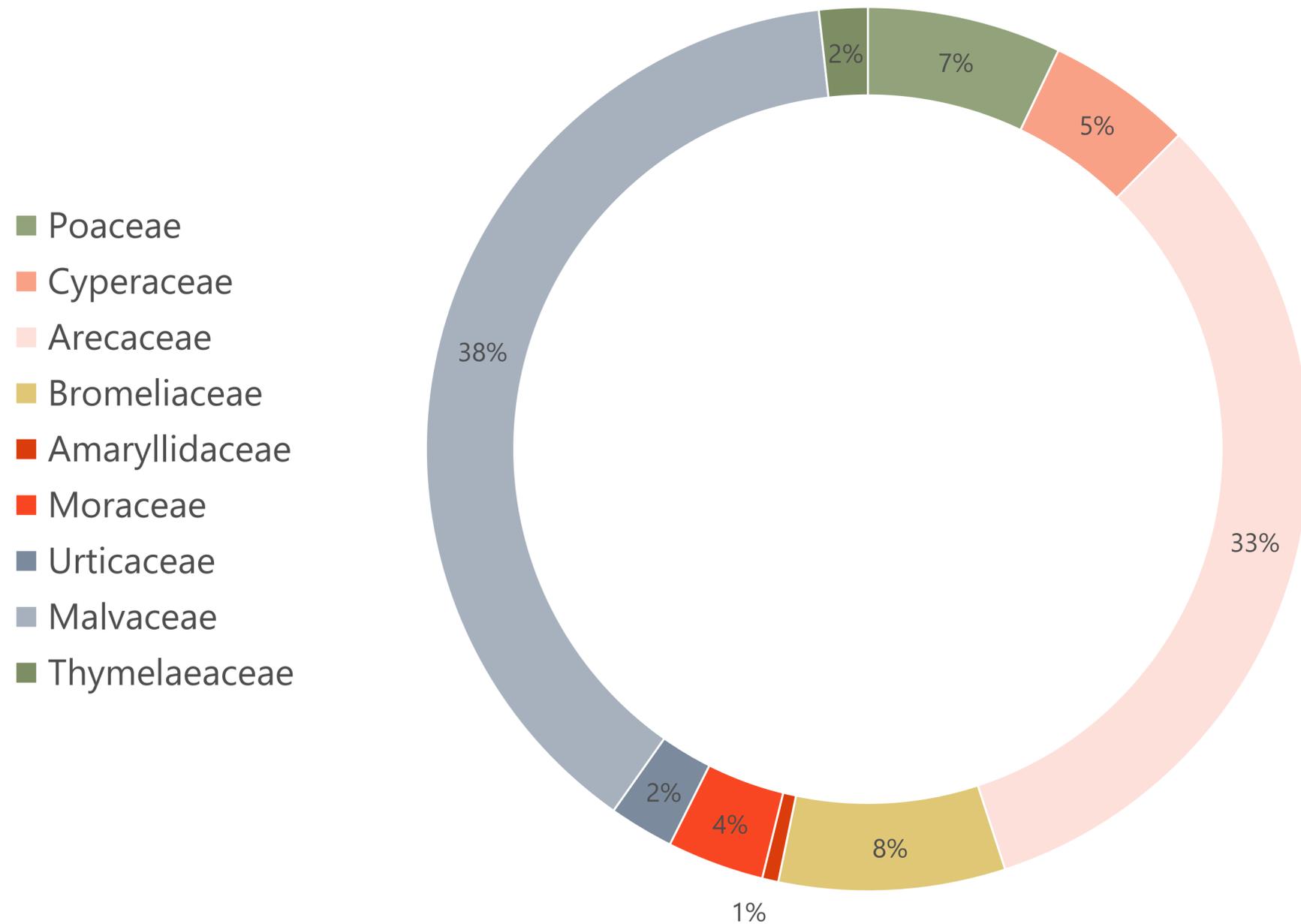
Obtidas do caule de várias espécies da família *Urticae*, as fibras de urtiga tem características similares ao linho e cânhamo podendo ser ainda mais finas e delicadas.

PLANTAS FIBROSAS



- Há no mínimo 170 plantas fibrosas nativas do Brasil.
- Cerca de 50 plantas fibrosas menos conhecidas indicam potencial particular para aplicação têxtil.
- As famílias Arecaceas (palmeiras) e Malvaceas contêm a maior quantidade de plantas fibrosas.
- Bromeliaceas se destacam qualitativamente para aplicações têxteis.

PLANTAS FIBROSAS



- Há no mínimo 170 plantas fibrosas nativas do Brasil.
- Cerca de 50 plantas fibrosas menos conhecidas indicam potencial particular para aplicação têxtil.
- As famílias Arecaceas (palmeiras) e Malvaceas contêm a maior quantidade de plantas fibrosas.
- Bromeliaceas se destacam qualitativamente para aplicações têxteis.

PLANTAS FIBROSAS COM POTENCIAL PARA APLICAÇÃO TÊXTIL



BROMÉLIAS

Fibras extraídas das
folhas de várias
bromélias.



PALMEIRAS

Fibras extraídas das
folhas de várias
palmeiras.



MALVAS

Fibras extraídas do caule
de várias malvaceaes.

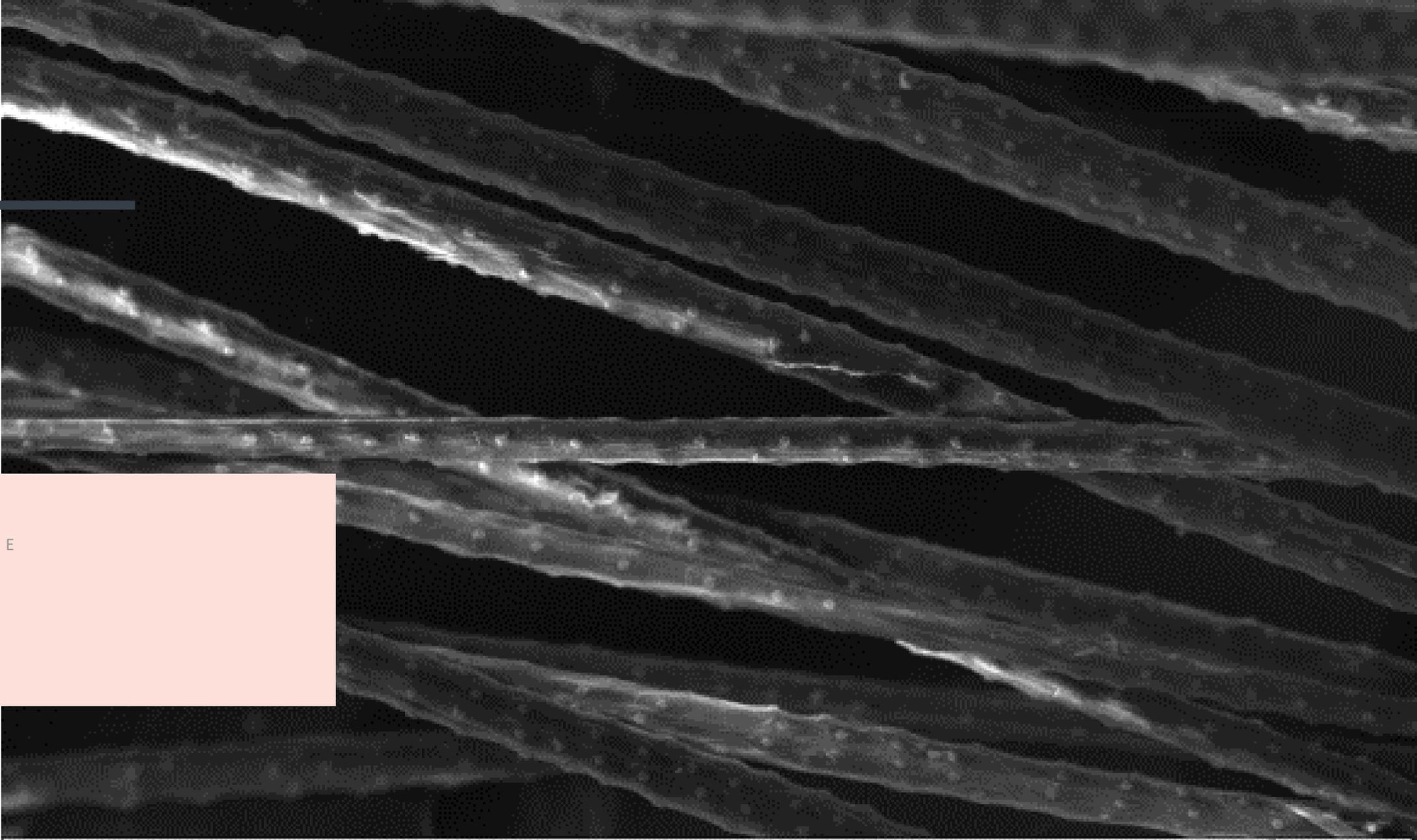
FIBRAS DA BIODIVERSIDADE

CURAUUA FIBRE



Obtidas das folhas do curauá (*Ananas erectifolius*), essas fibras têm características similares às fibras de abacaxi.

FIBRA NATURAL



FIBRAS DA BIODIVERSIDADE

TUCUM FIBRE

Obtidas das folhas do tucum (*Bactris setosa*), essas fibras são extremamente finas e resistentes.

FIBRA NATURAL

I N O V A Ç Õ E S E M F I B R A S

#5 TUDO QUE É SÓLIDO SE DESMANCHA NO AR

Produzir novas fibras pelo “simples” ato de alterar, manipular e recombina um material genético, pode ser a grande revolução do futuro.



FIBRAS PRODUZIDAS GENÉTICAMENTE

SPIDER SILK FIBRE

SPIDER SILK

ENGENHARIA
GENÉTICA

Assim como na seda convencional, a seda de aranha é uma fibra proteica formada por biopolímeros secretados por glândulas especializadas. Devido à sua força, resiliência e flexibilidade, a seda de aranha é uma grande promessa para várias aplicações. Devido à dificuldade de escalar sua produção, pesquisas desenvolveram uma tecnologia para produção de proteínas híbridas de seda a partir de bactérias geneticamente modificadas.

F I B R A S P R O D U Z I D A S G E N É T I C A M E N T E

RENDA VEGETAL



BIOLACE

ENGENHARIA
GENÉTICA

A Biolace é um projeto conceitual que usa a biologia sintética como uma tecnologia de engenharia para reprogramar plantas em fábricas multifuncionais, produzindo padrões similares a uma renda .

“Entre o deslumbramento incondicional ante as tecnologias mais avançadas e o temeroso apego ao artesanato que testemunha a sabedoria ancestral, processa-se uma assimilação autêntica de ambas as correntes. E a moda – tanto como busca inovações em materiais têxteis quanto no tocante ao vestuário – é o ponto privilegiado da síntese criadora”

V I C E N T - R I C A R D (1 9 8 9)

Do artesanato à informática e à robótica... um ritmo milenar – Espirais da Moda

RAYANASQ@IPT.BR

OBRIGADA!

CONTATO

