

Fecha de recepción: febrero 2026

Fecha de aceptación: abril 2026

## Propuesta de diseño de camisetas sostenibles para para la práctica de actividades deportivas *sportswear*

Regina Aparecida Sanches, Vanesa Szabo  
Gomes da Silva, Caroline Oliveira Pimentel  
Coutinho, Adriana Yumi Sato Duarte,  
Francisca Dantas Mendes y Suzana Avelar<sup>(1)</sup>

---

**Resumen:** En las últimas décadas, la conciencia sobre la importancia de mantener un estilo de vida saludable y una buena salud ha aumentado considerablemente. Una parte significativa de la población ha adoptado la práctica de ejercicios regulares como medio para alcanzar una buena salud. El incremento en la participación de las personas en actividades deportivas vino acompañado del desarrollo de prendas deportivas, adaptadas para satisfacer las distintas necesidades de cada deporte. Esta investigación tiene como objetivo desarrollar prototipos de camisetas deportivas funcionales, utilizando materiales sostenibles y un proceso de producción que minimice los impactos ambientales provocados por el desecho de residuos en la cadena productiva. Inicialmente se confeccionaron dos prototipos de camisetas deportivas: los prototipos 1 y 2 son camisetas básicas lisas, producidas con hilos 100 % poliamida *standard* e hilos 100 % poliéster *standard*. Se realizaron pruebas *in vivo* en un gimnasio para analizar la comodidad de las prendas producidas, aplicando cuestionarios antes y después de la realización de las actividades físicas. Los resultados obtenidos con estas prendas no fueron satisfactorios. Se desarrollaron dos nuevos prototipos: el prototipo 3 es una camiseta deportiva funcional, fabricada con hilos 100 % poliéster reciclado y dos tipos de tejidos: liso y *mesh*, en tejido circular de gran diámetro y confección tradicional; y el prototipo 4 es una camiseta deportiva funcional, fabricada con hilos 100 % poliéster reciclado utilizando tecnología de tejido sin costura lateral: *seamless*. El prototipo producido con tecnología *seamless* redujo las etapas del proceso productivo, disminuyó el desperdicio de residuos textiles preconsumo y redujo la probabilidad de errores humanos.

**Palabras clave:** Camiseta - deporte - *seamless* - sostenibilidad - calzado - textil - salud - producción - tecnología - residuos.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 74]

---

<sup>(1)</sup> Ver CVs en pág. 75

## 1. Introducción

Durante la primera mitad del siglo XX, las prendas deportivas no eran diseñadas con mucha tecnología debido a la inexistencia de fibras e hilos especiales. Actualmente, las prendas deportivas son productos altamente complejos, resultado de la combinación entre la selección de fibras, hilos, tejidos y el proceso de confección del producto final, con el objetivo de ofrecer al consumidor una prenda que satisfaga todos los requisitos del usuario y las condiciones de uso, ya sean estéticos, de diseño, ajuste o rendimiento, y que además estén alineados con la creciente preocupación ecológica, de bienestar y de seguridad de los artículos producidos (Bera; Chakraborty, 2022).

La ropa deportiva moderna está diseñada para ser utilizada en deportes, ejercicios o actividades al aire libre, y exige una combinación de aspectos funcionales y estéticos (Nigmatova *et al.*, 2018). Sin embargo, con la creciente atención en el deporte, la diferencia entre ropa deportiva y moda se está volviendo cada vez más difusa. Las personas utilizan prendas deportivas para asistir a fiestas y eventos. En consecuencia, los diseñadores buscan equilibrar funcionalidad y estilo para que las prendas respondan en ambos aspectos (Nayak, 2025).

El segmento de la indumentaria deportiva tiene una gran representatividad en la economía mundial, tanto a nivel profesional como recreativo. En este último nivel, la práctica deportiva forma parte de la vida cotidiana de la población mundial, ejerciendo una fuerte influencia en diversas áreas como el entretenimiento, el ocio, los negocios, la salud y la moda, a través de la creación de prendas y accesorios deportivos.

Según IEMI (2024), Brasil produjo 5,100 millones de prendas de vestir en 2023. El segmento de indumentaria deportiva y *fitness* representa aproximadamente el 12,6 % del sector de confecciones brasileño. El sector está compuesto por 2.500 empresas productoras de ropa deportiva, que emplean directamente a cerca de 128.500 personas. La facturación del sector fue de R\$ 7.600 millones en el año 2023.

La cadena productiva textil y de confección, compuesta por diversas empresas, sigue un modelo de economía lineal y es responsable de la generación de un gran volumen de residuos sólidos textiles y otros insumos que se descartan a lo largo de todas las etapas del proceso de producción de prendas de vestir (Sanches *et al.*, 2022).

El aumento en el consumo de prendas deportivas ha provocado un incremento en la cantidad de residuos sólidos textiles descartados por las empresas de la cadena productiva durante el proceso de fabricación -pre consumo-, así como un aumento en las tasas de descarte de ropa deportiva por parte de los consumidores tras su uso -pos consumo-; lo que ha intensificado la generación de residuos textiles y los problemas de gestión en los rellenos sanitarios (Nayak, 2025).

Los impactos ambientales causados por esta cadena productiva exigen a las empresas soluciones para minimizar el descarte de residuos sólidos textiles derivados de los procesos de producción, que comienzan con la fabricación o cultivo de la materia prima y se extienden hasta la confección del artículo final.

El objetivo principal de esta investigación fue desarrollar prototipos de camisetas deportivas con funcionalidades, utilizando materiales sostenibles y un proceso de producción que minimiza los impactos ambientales generados por la cadena productiva.

## 2. Contextualización de la investigación

Las próximas secciones de este capítulo presentan los resultados de la etapa de recopilación de datos sobre los temas relevantes de esta investigación.

### 2.1. La cadena textil y de confecciones brasileña

Según ABIT (2024), la cadena textil y de confección brasileña es la más completa de Occidente, representada por más de 25.800 unidades productivas formales distribuidas en todo el país. En 2023, las empresas generaron 1,3 millones de empleos formales y se produjeron 157,700 millones de piezas. Sin embargo, la cadena opera bajo un modelo de producción lineal y de negocios basado en tendencias efímeras (Industry of all Nations, 2017).

La cadena textil y de confecciones brasileña se divide en tres grandes eslabones: (i) el segmento proveedor de materias primas (fibras y filamentos), (ii) las industrias del sector de manufacturas textiles y (iii) las industrias de bienes terminados (IEMI, 2024). La figura 1 ilustra las principales etapas del proceso productivo de esta cadena.



**Figura 1** - Principales eslabones de la cadena textil y de confecciones brasileña. **Fuente:** Sanches et al. (2025).

La cadena textil comienza con la producción/extracción de fibras textiles. En el segundo eslabón del proceso productivo se encuentran las etapas de hilatura, tejeduría de plano, tejeduría de punto y acabado textil. El hilo producido en la fase de hilatura será transformado en tejido plano o tejido de punto. Tras la producción del tejido, en la etapa de acabado, se realiza el teñido y el acabado final de los tejidos elaborados (Duarte et al., 2020). El eslabón de bienes terminados está compuesto por los segmentos de confección y artículos elaborados. Las industrias de confección -confección tradicional- son responsables de transformar los tejidos en productos finales. Las fábricas de punto rectilíneo y circular de diámetro medio pertenecen al segmento de artículos confeccionados (Sanches et al., 2021). Los principales productos finales de los tejidos de punto son: prendas de vestir: interiores, exteriores y textiles técnicos.

## 2.2. Textiles técnicos y textiles convencionales

ABINT (2023) divide los productos textiles en dos grupos: textiles convencionales y textiles técnicos. Los textiles convencionales son diseñados, desarrollados o utilizados en aplicaciones comunes, decorativas o estéticas, mientras que los textiles técnicos se utilizan en aplicaciones funcionales.

Según Maity *et al.* (2023), los textiles técnicos se pueden clasificar en 12 áreas de aplicación principales, incluyendo *Sportech*, que abarca ropa deportiva, ropa de ocio, equipamiento, calzado, etc. Según Len *et al.* (2009), la ropa deportiva se puede clasificar en tres categorías:

**Ropa deportiva funcional -activewear-**: adecuada para deportes profesionales, donde el rendimiento es el factor más importante. Se trata de prendas de alta tecnología con gran funcionalidad.

**Ropa deportiva de moda -sportswear-**: prendas más elegantes que la ropa deportiva funcional y presentan características funcionales básicas.

**Ropa deportiva básica -streetwear-**: Se puede llamar ropa informal. Es elegante, moderna y cómoda.

Las expectativas de los usuarios respecto a la ropa varían según la actividad deportiva. Al diseñar ropa deportiva, se debe considerar el nivel de actividad, la duración y el lugar de uso. Hayes y Venkatraman (2016) afirmaron que cada prenda deportiva en el armario de un consumidor puede tener una función diferente, y que estas funciones pueden no ser mutuamente excluyentes, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2** - Funcionalidades de la ropa deportiva. **Fuente:** Adaptado Hayes; Venkatraman (2016).

Las prendas deportivas son productos altamente complejos, resultado de la selección de fibras, hilos, tejidos y estructuras complejas, combinadas con procesos de acabado mecánico y químico para proporcionar una prenda que satisfaga todos los requisitos del usuario y las condiciones de uso, ya sean estéticas, de diseño, de ajuste o de rendimiento. Estos diversos factores interactúan para conferir a la prenda sus características específicas.

Según Dühr (2025), el diseño de ropa deportiva implica varias etapas: (i) investigación de tendencias y necesidades del consumidor, donde se investigan las tendencias actuales y se identifican las necesidades del público objetivo, con el fin de crear piezas elegantes y funcionales; (ii) desarrollo de conceptos de diseño; (iii) creación de bocetos y prototipos, donde se desarrollarán prototipos para probar el ajuste y la funcionalidad del producto final; (iv) selección de materiales y tecnologías apropiadas según las necesidades del usuario; (v) producción de prototipos; y (vi) evaluación del rendimiento y la comodidad de las prendas. El producto final debe satisfacer las necesidades estéticas y de rendimiento indicados por los usuarios.

## **2.3 Fibras textiles**

Las fibras textiles pueden ser de origen natural o químico. Las fibras naturales son producidas por la naturaleza de una forma que las hace aptas para el procesamiento textil. Las fibras químicas se dividen en fibras artificiales y sintéticas, desarrolladas con el objetivo de replicar y mejorar las características de las fibras naturales. Las fibras artificiales se producen a partir de polímeros naturales, mientras que las fibras sintéticas se producen a partir de polímeros sintetizados por el ser humano mediante compuestos químicos (Sanches et al., 2024).

### **2.3.1 Producción / Extracción de fibras naturales**

El algodón es la fibra natural más utilizada en la producción de prendas de vestir, y representa aproximadamente el 90 % de todas las fibras naturales consumidas en el mundo. El algodón constituye uno de los cultivos de fibras textiles naturales más importantes, tanto desde el punto de vista agrícola como industrial.

Según Coêlho (2018), el eslabón de la cadena productiva del algodón consiste en la siembra, la cosecha y el procesamiento de las cápsulas. Durante la siembra y el cultivo de algodón tradicional se aplican al suelo productos químicos como fertilizantes, pesticidas y correctivos; además, el algodón se cultiva con riego artificial, lo que incrementa el consumo de agua y energía. La cosecha se realiza de forma mecanizada mediante una máquina llamada cosechadora de algodón. La etapa de procesamiento se lleva a cabo a través del desmotado, cuya función es separar la fibra de algodón de la semilla. Las fibras de algodón son enfardadas y enviadas a las hilanderías de fibras cortas para su transformación en hilo, y de las semillas se extraen borra, aceite, torta y harina (ABRAPA, 2019).

### **2.3.2 Producción de Fibras Sintéticas Vírgenes (Poliamida y Poliéster)**

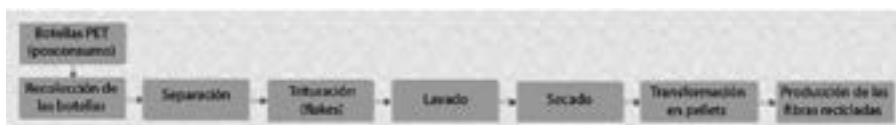
Las fibras sintéticas utilizan el petróleo como materia prima. El polímero de poliamida 6.6 se obtiene mediante la policondensación de hexametildiamina y ácido adípico. Las ma-

terias primas utilizadas para la producción del polímero de poliéster (Polietilentereftalato — PET) son: paraxileno, ácido tereftálico (PTA), dimetil tereftalato (DMT) y etilenglicol (Vasconcelos et al., 2016).

Tanto la poliamida como el poliéster se hilan mediante procesos de hilado por fusión. Los polímeros fundidos se bombean a las hiladoras para ser transformados en filamentos. Al salir de las hiladoras, los filamentos se solidifican mediante chorros de aire frío, se estiran y se enrollan en bobinas (Vasconcelos, 2012).

### 2.3.3 Producción de poliéster reciclado (PET reciclado)

El reciclaje de PET se ve favorecido por su amplio uso en botellas de refrescos, que se identifican y recuperan fácilmente. El creciente uso de estas botellas ha provocado una crisis mundial en la gestión de residuos, ya que la eliminación inadecuada de productos de PET ha causado graves daños ambientales (KIBRIA et al., 2023). El reciclaje mecánico es la vía más común para reciclar productos de PET. La Figura 3 muestra los principales pasos del proceso de reciclaje de botellas de PET para obtener fibra de poliéster reciclada.



**Figura 3** – Principales etapas del reciclaje de botellas PET. **Fuente:** Adaptado de Duarte; Sanches (2022).

El proceso de reciclaje de botellas de PET consiste en recolectar botellas de plástico de diversas fuentes y separarlas de contaminantes y otros tipos de plástico para garantizar la pureza del PET que se reciclará. Posteriormente, el material se tritura en pequeñas escamas *-flakes-*, se somete a un proceso de lavado intensivo para eliminar contaminantes como pegamento, etiquetas y tapas, y finalmente se seca para eliminar la humedad del material. En la fase final del proceso de reciclaje se realiza la extrusión, donde las escamas de plástico PET se funden y se extruyen en gránulos *-pellets-*, que posteriormente se procesan mediante hilado químico para producir hilo reciclado (Schyns; Shaver, 2021).

## 2.4. Producción de los hilos

El proceso de hilado se selecciona en función de las características de las fibras utilizadas en su fabricación, así como de las propiedades del producto final. Los hilos de algodón se producen a partir de fibras discontinuas. Los hilos de poliéster y poliamida pueden fabricarse a partir de filamentos continuos o de fibras continuas. Los hilos de multifilamentos continuos pueden ser lisos, texturizados por falsa torsión o texturizados por aire (Sanches et al., 2024).

Según Lawrence (2015), los hilos texturizados de falsa torsión son hilos multifilamento procesados tras la hilatura por extrusión para introducir ondulaciones duraderas, rizos, lazadas aleatorias u otras alteraciones sutiles a lo largo de los filamentos. Los hilos se modifican para añadir volumen y elasticidad, otorgando al tejido propiedades como mayor grosor, cobertura, suavidad, aislamiento térmico, elasticidad y permeabilidad al vapor de agua.

Una de las modificaciones más comunes para mejorar la comodidad de la ropa es el uso de microfibras, que son fibras superfinas con una densidad lineal inferior a 1 decitex. Según Guillén (2001), la baja densidad lineal de estos filamentos es responsable de la variación en las propiedades de las fibras, hilos y tejidos producidos con estos materiales. Los hilos de microfibras de poliéster presentan microporosidades que favorecen el transporte de la humedad, proporcionan mayor aislamiento térmico y mayor impermeabilidad, aumentando así la sensación de confort del usuario. Las prendas confeccionadas con estas materias primas son ligeras, impermeables y de fácil mantenimiento.

## 2.5. Producción de los tejidos

El tejido es la principal materia prima para la confección. Existen tres tipos principales de tejidos: tejido plano, tejido de punto y tejido no tejido. Cada tipo de tejido tiene sus propias ventajas y desventajas.

Los tejidos planos se producen entrelazando dos conjuntos ortogonales de hilos mediante tecnología de tejeduría (Figura 4a). Los tejidos de punto se producen entrelazando hilos mediante tecnología de tejido de punto por trama (Figura 4b) o por urdimbre (Figura 4c). Los tejidos no tejidos se producen a partir de fibras o filamentos orientados direccionalmente o de forma aleatoria mediante tecnología de no tejido (Figura 4d).



Figura 4a - 4b - 4c- 4d. Fuente: Sanches et al. (2021a); Sanches et al., (2021b).

Los tejidos de punto son los preferidos para las camisetas deportivas por su confort, funcionalidad y una buena relación costo-beneficio. Son muy cómodos y adecuados para el contacto con la piel debido a su estructura: lazadas. Presentan una alta extensibilidad bajo tensión y se adaptan a los movimientos del cuerpo. Las prendas de punto se ajustan perfectamente a cualquier tipo de figura, sin causar molestias (Bera; Chakraborty, 2022).

## 2.6. Confort del vestuario

En los últimos años, muchos investigadores se han dedicado a estudiar este tema, pero hasta ahora nadie ha definido claramente el confort, ya que esta percepción varía de persona a persona. Para Li (2001), respecto al uso de prendas de vestir, el confort se define por cuatro aspectos:

1º) El confort termo fisiológico -térmico- históricamente ha sido la razón más importante para la existencia del vestuario, pues está relacionado con la protección de las personas contra el frío y el calor, y al mismo tiempo debe permitir la transferencia de la humedad desde el cuerpo hacia el medio ambiente, a través de sus capas.

2º) El *confort* psicológico se logra mediante una combinación de factores como: facilidad de mantenimiento, durabilidad, estética, moda y entorno sociocultural; es decir, se relaciona predominantemente con las tendencias de moda que sigue la sociedad.

3º) El *confort* físico sensorial se debe al contacto mecánico y térmico entre el tejido y la piel, lo cual significa que está relacionado con las sensaciones que provoca el contacto del tejido con la piel. Este contacto puede ser estático o dinámico, durante el movimiento.

4º) El *confort* ergonómico está vinculado a la forma de la prenda. Los factores que más influyen en este tipo de confort son los cortes, las costuras, la forma de la confección y las tablas antropométricas. También son importantes los factores asociados con la capacidad de realizar movimientos corporales, relacionados con el tipo y la estructura de los materiales utilizados.

## 2.7. Comparación de las propiedades de las fibras utilizadas en la producción de camisetas deportivas

Según Supuren y Oglakcioglu (2011), las camisetas deportivas deben ser transpirables para permitir la circulación del aire y la evaporación de la humedad, manteniendo al usuario seco. La ropa deportiva debe tener buena resiliencia y elasticidad para recuperarse del estiramiento durante el uso. La absorción de la humedad también es esencial para alejar el sudor de la piel y prevenir molestias. La durabilidad es otro requisito crítico, ya que la ropa deportiva está sujeta a una actividad física intensa y debe soportar lavados frecuentes. Por lo tanto, para cumplir con estos diversos criterios, las materias primas utilizadas en la ropa deportiva deben seleccionarse cuidadosamente (Senthilkumar, 2025).

Según Dhir (2025), los requisitos de la ropa deportiva se pueden clasificar en funcionales y estéticos, ambos cruciales para determinar el rendimiento y la aceptación de la prenda por parte del consumidor. Los atributos funcionales de la ropa deportiva se refieren a la ligereza, baja resistencia a los fluidos, alta tenacidad, elasticidad, regulación térmica, protección ultravioleta -UV-, permeabilidad al vapor, absorción y liberación del sudor; mientras que los requisitos estéticos incluyen suavidad, textura superficial, tacto, brillo y color.

En la producción de ropa deportiva se utilizan diversas fibras textiles, derivadas de fuentes naturales y químicas. La Tabla 1 compara las propiedades de rendimiento y confort

de cuatro fibras textiles. Las propiedades enumeradas incluyen resistencia, absorción de humedad, resiliencia, durabilidad, elasticidad y confort.

Algodón	Poliéster	Poliamida	Elastano
Menos resistente	Resistente	Resistente	Resistencia media
Buena absorción de humedad	Baja absorción de humedad	Poca absorción de humedad	No es muy absorbente
Baja resiliencia	Excelente resiliencia	Buena resiliencia	Buena resiliencia
Menos duradero	Duradero	Duradera	Duradero
No es elástico, no se estira	Elástico (poco elástico)	Elástico (poco elástico)	Muy elástico (se estira bien)
Confortable de usar	No es confortable de usar	No es confortable de usar	Bueno para prendas elásticas y ajustadas

**Tabla 1** - Propiedades de las principales fibras utilizadas en la producción de *sportswear*. **Fuente:** Adaptado de Senthilkumar (2025).

La Tabla 1 muestra que el poliéster y la poliamida son resistentes, no absorbentes, resilientes y duraderos, convirtiéndolos en ideales para la ropa deportiva. El elastano es muy elástico, ideal para ropa deportiva elástica y de compresión. El algodón es absorbente y cómodo de usar, pero no es tan resistente ni elástico como las fibras sintéticas y tiene una buena absorción de la humedad. Por lo tanto, las prendas 100 % poliamida y 100 % poliéster son las más adecuadas para la producción de ropa deportiva.

La Tabla 2 proporciona una referencia útil para comparar las propiedades de confort de las fibras de algodón, poliéster y poliamida.

Fibras	Hidrofilicidad y recuperación de humedad	Elasticidad	Recuperación elástica	Resistencia	Capacidad de transporte de humedad	Comentarios
Algodón	Buenas propiedades hidrófilas (8,5% de regain)	Mala (3% - 10%)	Medio (74%)	Buena (20 - 43 cN/tex)	Mala	secado lento
Poliéster	Propiedades hidrófilas malas (0,4% - 0,8% de regain)	Buena (19% - 23%)	Buena (97%)	Alta (30 - 80 cN/tex)	más rápida que el algodón	Más popular, barata y de fácil mantenimiento
Poliamida	Propiedades hidrófilas de regulares a malas (4 - 4,5% de regain)	Buena (26% - 60%)	Buena (100%)	Buena (30 - 45 cN/tex)	Buena	Más cara que las fibras de poliéster

**Tabla 2** - Propiedades de las fibras para el análisis del confort del vestuario. **Fuente:** Adaptado de Senthilkumar (2025).

Al observar la tabla 2, es posible afirmar que las fibras 100 % poliamida *standard*, en comparación con las fibras 100 % poliéster *standard*, poseen mejores propiedades hidrófilas, mayor elasticidad, mejor recuperación elástica, mayor capacidad de transporte de humedad y mayor facilidad de mantenimiento. Sin embargo, son menos resistentes y más caras que las fibras de poliéster. Por lo tanto, para utilizar fibras de poliéster como materia prima en la producción de artículos deportivos, será necesario modificarlas durante el proceso de fabricación para mejorar las propiedades de elasticidad y capacidad de transporte de humedad. No obstante, los hilos de poliéster microfibra y texturizados por falsa torsión poseen las características necesarias para la fabricación de camisetas deportivas.

## 2.8. Impactos ambientales de las camisetas fabricadas con algodón, poliamida y poliéster reciclados

Better Cotton Initiative, (2020); Ecoinvent Center, (2020); Textile Exchange, (2020) apud Gasi et al., (2025), compararon el consumo de agua, las emisiones de CO<sub>2</sub> y el consumo de energía necesarios para producir camisetas de algodón, poliamida y PET reciclado durante el proceso de producción y obtuvieron los siguientes resultados:

Consumo de agua: Los resultados muestran que, durante el proceso de producción, las camisetas de poliamida consumieron menos agua (aproximadamente 9000 litros); a continuación, se ubican las camisetas de PET reciclado (aproximadamente 16 000 litros). Este consumo es superior al de las camisetas de poliamida debido a la etapa de purificación de las botellas de PET. El mayor consumo de agua se observa en las camisetas de algodón debido al riego artificial utilizado durante el cultivo de la planta.






Emisiones de CO<sub>2</sub>: Los resultados mostraron que el PET reciclado emite menos CO<sub>2</sub> (aproximadamente 0,22 kg de CO<sub>2</sub>) debido al uso de materiales post consumo como materia prima. La poliamida emite una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> (aproximadamente 0,3 kg de CO<sub>2</sub>) en comparación con el PET reciclado, debido a que su materia prima tiene origen en la industria petroquímica y al uso intensivo de energía durante el proceso de polimerización. El algodón emite una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> (aproximadamente 0,4 kg de CO<sub>2</sub>) debido al uso de productos químicos durante su cultivo y transporte.

Uso de energía: El PET reciclado es el que utiliza menos energía (aproximadamente 220 MJ). El algodón presenta un consumo energético intermedio (aproximadamente 250 MJ), y la poliamida utiliza mayor cantidad energía (aproximadamente 275 MJ) durante su producción, debido a la necesidad de altas temperaturas durante la etapa de polimerización.

El mercado ofrece como opción el hilo Repreve® para la producción de camisetas deportivas sostenibles, el cual se obtiene mediante un proceso de reciclaje de botellas PET desarrollado por UNIFI. El hilo y la fibra de PET Repreve® son producidos con elasticidad, texturización, absorción de humedad, protección ultravioleta y están disponibles con tratamiento retardante de llamas (Shanks, 2017). El PET reciclado Repreve® es considerado un textil sostenible; su producción genera menos emisiones de carbono y la energía necesaria para reciclar botellas PET es menor que la utilizada para fabricar PET virgen. Además, al reciclar las botellas PET, se evita la deposición accidental de este material en el medio ambiente y en vertederos Ecotextiles (2016).

## 2.9. Ajustes de las prendas deportivas

Según Bera y Chakraborty (2022), el ajuste del producto final afecta el rendimiento del usuario, regula el confort, la moda y su apariencia y varía principalmente según las necesidades del usuario final. La Figura 5 ilustra las tres posibilidades.

Cuerpo	Vestuario	Patronaje de compresión	Patronaje ajustado	Patronaje amplio
				

**Figura 5** - Tipos de prendas según el patronaje. **Fuente:** Adaptado Bera; Chakraborty (2022)

Prendas con patronaje de compresión son aquellas en las que la holgura entre el cuerpo y la prenda es inferior a cero. Estas prendas ejercen una presión positiva sobre el cuerpo debido al ajuste ceñido. Los tejidos utilizados en este tipo de vestuario presentan una extensibilidad que varía entre el 30 % y el 200 % tanto en el uso como en los momentos de vestir y retirar la prenda. Estas piezas de ajuste negativo tienen la capacidad de adherirse y modelar la piel del cuerpo, favoreciendo el flujo vascular. Se las conoce como prendas elásticas, y para lograr una compresión efectiva en el cuerpo, suelen confeccionarse entre un 10 % y un 20 % más pequeñas que las dimensiones corporales, Yildiz (2007).

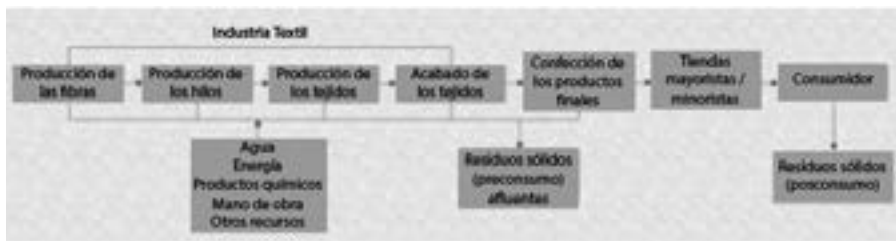
Las prendas con patronaje ajustado son aquellas cuyo tamaño es igual al del cuerpo. Los tejidos de estas prendas presentan entre un 15 % y un 30 % de elasticidad durante el uso. Estos tejidos se denominan tejidos elásticos de *comfort* Li; Dai (2006).

Las prendas de patronaje amplio se caracterizan por tener un tamaño mayor que el del cuerpo, Zhang; Yeung; Li, (2002).

Según Higgins y Anand (2003), la ropa deportiva debe cumplir los requisitos básicos para brindar confort y funcionalidad al usuario durante la actividad física. Las prendas deben permitir libertad de movimiento, sin ser ni demasiado holgadas ni demasiado ajustadas.

## 2.10. Procesos de producción de prendas de vestir

Los principales procesos de producción de prendas deportivas son: método de corte y confección del proceso tradicional, método sin costura lateral con máquinas circulares de diámetro medio y método de producción de artículos sin costuras con las máquinas de línea recta.



**Figura 6** - Cadena productiva textil y de confección (vestuario tradicional). **Fuente:** Sanches et al. (2025)

### 2.10.1 Confección tradicional

La mayoría de las prendas deportivas son fabricadas mediante el método tradicional (Figura 6). La confección recibe tejido de punto producido en máquinas circulares de gran diámetro, ya sea *jersey* simple o punto doble, previamente teñido y acabado, listo para ser cortado. El tejido de punto es cortado en partes según el patronaje desarrollado para el artículo, en el sentido del largo del tejido. La unión de las partes cortadas se realiza mediante costura; en esta etapa se lleva a cabo la fijación de los puños, cuellos, dobladillos, entre otros (Sanches et al., 2023). La Figura 6 muestra los principales eslabones de la cadena de producción de prendas de vestir tradicionales, que comienza con la producción/extracción de fibras textiles y termina con el uso/consumidor y el descarte del producto final (Sanches et al., 2021).

Las ventajas de este método son: el costo relativamente bajo de producción del tejido y la flexibilidad de producción en cuanto a las proporciones de tallas. Entretanto, el proceso de corte y confección genera un alto desperdicio durante las etapas de corte y costura de los tejidos, que puede oscilar entre el 5% y el 15%, y altos costos de ensamblaje de las prendas de vestir. Otra desventaja importante de las prendas producidas con este método es la presencia de costuras, cuyo número aumenta considerablemente si se utiliza la técnica de mapeo corporal en el diseño e ingeniería de productos finales (Troynikov; Watson, 2015). Las costuras, dependiendo de su grosor, a menudo pueden resultar irritantes para la piel o provocar desgarros indeseados en las pieles más sensibles.

### 2.10.2 Tecnología sin costura

Las prendas sin costuras pertenecen al segmento de artículos de confección y se producen mediante dos tipos de equipos: máquinas circulares de diámetro medio, que producen prendas sin costuras laterales, y máquinas de línea recta, que producen prendas completamente sin costuras.

Las máquinas circulares de diámetro medio producen preformas tubulares que permiten la producción de prendas sin costuras laterales. Estas máquinas permiten la producción de prendas con diferentes ligamentos integrados, proporcionando a los usuarios atributos de rendimiento según las actividades que se realicen. Por ejemplo, la producción de puntadas abiertas (malla) en ciertas zonas de la ropa deportiva permite el paso del aire a través del tejido (ventilación) y transporta la humedad del cuerpo al ambiente (Santoni, 2023).

El tamaño de la prenda de vestir necesaria está directamente relacionada con el diámetro de la máquina. Por lo tanto, en el tejido de punto de diámetro medio, para producir una gama completa de tallas, se requiere una combinación de varios diámetros de esas máquinas. Si la prenda se produce con este método, el producto final no tendrá costuras laterales ni delanteras ni traseras, pero se desperdicia materia prima al cortar la pre forma cilíndrica de punto para unir las mangas y los cuellos de las camisetas. Las figuras 7a y 7b ilustran las piezas cortadas. A menudo, el corte de las partes del cuerpo se realiza simultáneamente con la costura, lo que permite reducir la intensidad del trabajo en la producción de las prendas de vestir (Santos, 2023).

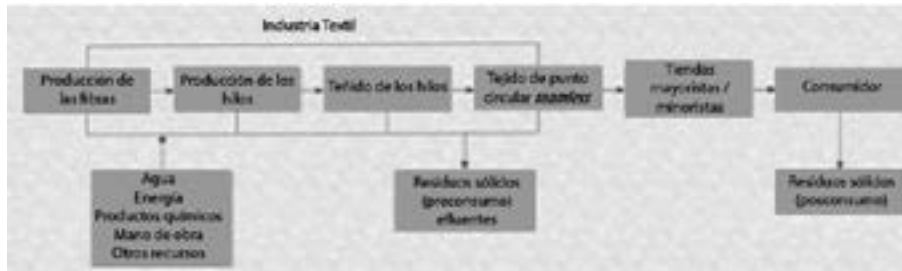


**Figura 7a** – Preforma tubular (cuerpo) - **Figura 7b** – Preforma tubular (mangas). **Fuente:** Sanches et al. (2025)

Existen procesos semiautomáticos y automáticos para realizar las operaciones de costura final de la preforma tubular y el empaque final semiautomático, que puede proporcionar mayor productividad.

Según Carmelo (2020), el desperdicio de materia prima durante las etapas de tejido de los tubos, así como del corte y costura para colocar las mangas y hacer el acabado de los cuellos, es inferior al 5 %. La Figura 8 ilustra las principales etapas de los procesos de pro-

ducción de los artículos fabricados en tejido circular de diámetro medio, utilizando como materias primas hilos teñidos.



**Figura 8** - Cadena productiva de tejido de punto *seamless* (circular de diámetro medio - hilos teñidos). **Fuente:** Sanches et al. (2025)

Las máquinas rectilíneas *Wholegarment* del fabricante Shima Seiki y *Knit and Wear* del fabricante *Stoll* producen prendas de vestir sin costuras. Sin embargo, los productos elaborados con estas máquinas son más pesados que los producidos en las máquinas circulares y se utilizan principalmente para artículos de moda, en aplicaciones técnicas especializadas y médicas. Máquinas más delgadas, lanzadas recientemente al mercado, pueden producir artículos deportivos. No obstante, pocos de estos artículos son fabricados con esta tecnología, ya que la ropa deportiva debe ser delgada y ligera (Troynikov; Watson, 2015). La productividad de las máquinas rectilíneas es menor que la de las máquinas circulares de diámetro medio.

### 3. Procedimientos metodológicos y estudio de caso

#### 3.1. Consideraciones éticas

Según el Comité de Ética en Investigación con Seres Humanos (CEP) de la Facultad de Artes, Ciencias y Humanidades (EACH) de la Universidad de São Paulo (USP), toda investigación con seres humanos debe cumplir con la legislación vigente, en especial con la Resolución n.º 466 del 12 de diciembre de 2012 del Consejo Nacional de Salud. Esta investigación de campo fue aprobada por el Comité de Ética en Investigación (CEP) de la EACH, respetando los protocolos del CEP, se proporcionaron formularios de consentimiento informado junto con el cuestionario, garantizando así los derechos de los entrevistados. Las pruebas *in vivo* se realizaron en un gimnasio con un grupo de voluntarios que practican actividades físicas con frecuencia. Posteriormente, se aplicaron cuestionarios a

los voluntarios para comprender el grado de percepción de comodidad proporcionado por las prendas de vestir estudiadas durante la actividad física propuesta.

### 3.2. Caracterización de la Investigación

Según Gil (2010), la metodología científica se caracteriza por la naturaleza de la investigación, su enfoque metodológico, sus objetivos, el enfoque del problema de investigación y los procedimientos técnicos adoptados. Desde una perspectiva de la naturaleza, esta investigación se clasifica como aplicada, con un enfoque inductivo. Se trata de una investigación exploratoria con un enfoque cualitativo, y el procedimiento técnico adoptado fue el estudio de caso. Para la consecución del objetivo propuesto, se realizó una revisión bibliográfica, entrevistas, pruebas *in vivo* y la creación y producción de nuevos prototipos con áreas de ventilación, el uso de fibras sostenibles y procesos de producción que minimizan la cantidad de residuos solares vertidos al medio ambiente.

### 3.3. Estudio experimental

De acuerdo con Dühr (2025), el diseño de ropa deportiva implica varias etapas: investigación de tendencias y necesidades del consumidor, desarrollo de conceptos de diseño, creación de bocetos y prototipos, selección de materiales y tecnologías apropiados para la producción de los prototipos, y las pruebas de rendimiento y confort de las prendas.

El método de investigación siguió las siguientes etapas: (i) selección de las materias primas; (ii) producción de los prototipos; (iii) estudio de campo (prueba *in vivo*) para evaluar el ajuste y la funcionalidad de los prototipos producidos; (iv) análisis de los resultados; (v) producción de los nuevos prototipos; (vi) comparación de los procesos productivos.

#### 3.3.1. Selección de materias primas

Para la producción de los prototipos 1 y 2 camisetas de poliamida y poliéster, se seleccionaron en el mercado hilos estándar 100% poliamida e hilos estándar 100% poliéster.

#### 3.3.2. Producción de los prototipos

Los tejidos de punto se fabricaron en una máquina circular de monofrentura, con hilos 100% poliamida lisos y 100% poliéster lisos, con gramajes nominales de 90 g/m<sup>2</sup>.

Las camisetas se confeccionaron utilizando tecnología tradicional (corte y costura) por una de las principales confecciones de camisetas de corrida de Brasil. La empresa fue seleccionada debido a su conocimiento y experiencia en el desarrollo de camisetas para esta modalidad deportiva.

Para la confección de los prototipos 1 y 2, se seleccionó el mismo patrón de corte *modélagem* amplia, adecuado para la práctica de corrida, siguiendo los estándares utilizados por la industria para las materias primas seleccionadas para la producción de estas camisetas. El objetivo fue verificar si existen diferencias en el patrón en función del tipo de hilo utilizado.

Tanto las camisetas femeninas como las masculinas tenían el mismo modelo y color, para que durante la prueba de percepción *in vivo* no existiera ningún tipo de variación psicológica por parte de los participantes y estos se centrarán únicamente en los aspectos investigados.

### 3.3.3 Prueba *in vivo*

La prueba de percepción de confort *in vivo* se realizó con 30 participantes (15 mujeres y 15 hombres). La muestra se dividió exactamente a la mitad, considerando la posibilidad de diferencias de percepción según el género. Además de la división por género, la prueba también fue aplicada de forma diferente: el primer grupo de hombres usó camisetas de poliéster el primer día y camisetas de poliamida el segundo; el segundo grupo de hombres usó camisetas de poliamida el primer día y camisetas de poliéster el segundo.

La preparación física de los participantes fue realizada por profesionales en el gimnasio donde se realizaron las pruebas. Todos los participantes se sometieron a evaluaciones previas para verificar los requisitos necesarios para participar en la prueba, además de recibir pautas nutricionales básicas.

Todos los participantes completaron dos cuestionarios: el primero antes de la actividad física -preprueba- y el segundo después de la actividad -posprueba-, siguiendo este protocolo: ponerse la camiseta; responder al cuestionario; calentar durante 2 minutos, en la cinta de correr. Comience a correr, en la cinta de correr, a una velocidad cómoda durante 30 minutos, manteniendo su frecuencia cardíaca entre el 75 % y el 80 % de su capacidad máxima para mantener un nivel intenso de actividad física. Después de correr, comience un período de recuperación de 3 minutos en la cinta de correr y responda un nuevo cuestionario.

El estudio de campo, con una duración de 1 hora, se realizó en el mismo gimnasio, en dos días consecutivos y exactamente a la misma hora, para evitar interferencias en el criterio de desgaste físico del participante.

### 3.3.4. Análisis de los resultados

La funcionalidad de las camisetas deportivas (prototipos 1 y 2) se analizaron mediante la prueba *in vivo* realizada por Coutinho (2018). En este artículo, solo se analizaron las camisetas deportivas masculinas.

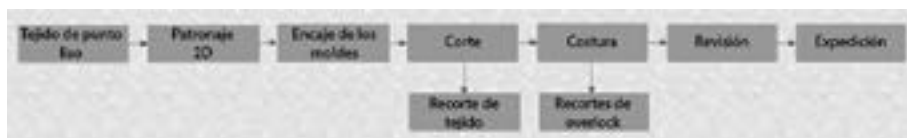
Tras analizar las respuestas del cuestionario, la autora concluyó que los voluntarios percibieron un rendimiento inferior de la camiseta de poliéster en los criterios de estética y confort psicológico; en cuanto al confort sensorial/físico, la camiseta de poliéster también presentó un rendimiento inferior; según la misma autora, muy probablemente en función de la adherencia de la prenda al cuerpo de los participantes. En cuanto al confort térmico, los voluntarios sintieron más calor después de realizar actividades con la camiseta de poliéster. En la evaluación de confort ergonómico, los participantes indicaron que la camiseta de poliéster presentó menor caída y ajuste al cuerpo.

Con el objetivo de mejorar los puntos negativos Identificados en las camisetas masculinas producidas con hilos 100% poliéster *standard*, Silva (2022) propuso la confección de dos prototipos de camisetas deportivas con funcionalidades: el prototipo 3 producido en

fabricación tradicional: corte y costura y el prototipo 4 producido en tejido de punto *seamless*: sin costuras laterales y lo comparó con el proceso de producción de camisetas lisas fabricadas mediante confección tradicional.

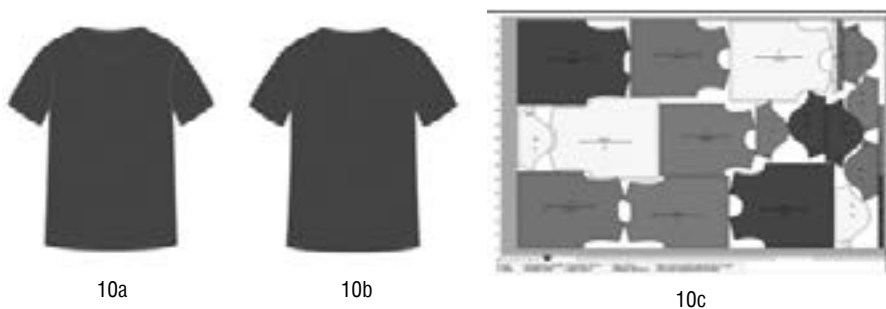
### 3.3.5. Producción de Nuevos Prototipos

a) **Producción de camisetas masculinas lisas mediante confección tradicional:** corte y costura. Según Santos, *et al.* (2021), los principales etapas de producción de una prenda de vestir son: (i) diseño de los productos a producir; (ii) selección de los materiales y modelos que se utilizarán en la fabricación del producto final; (iii) elaboración del modelo geométrico en 2D (patronaje plano) que será utilizado como base para el corte de las secciones del tejido; (iv) disposición de los patrones en papel; (v) extender los tejidos en capas alineadas (tendido); (vi) posicionar la hoja de papel con el trazado de los patrones sobre el tejido; (vii) corte del tejido; (viii) costura de las partes para ensamblar el producto final; (ix) revisión; y (x) expedición. La Figura 9 ilustra este proceso productivo.



**Figura 9** - Principales etapas da confección de camisetas deportivas. **Fuente:** Sanches *et al.* (2025)

La Figura 10a presenta la parte delantera del modelo producido, la 10b la parte trasera, y la Figura 10c el encaje de los moldes.



**Figura 10a** - Camiseta (frente) - **Figura 10b** - Camiseta (espalda) - **Figura 10c** - encaje de los moldes – Tallas 1S, 1M, 1L e 1 XL. **Fuente:** Sanches *et al.* (2025)

El encaje demostró un aprovechamiento del 86,45% del tejido de punto liso; es decir, utilizando esta tecnología, el 13,55% de la materia prima utilizada será descartada por la confección en forma de recortes de tejido.

**b) Producción de camisas masculinas con zonas de ventilación mediante confección tradicional: corte y costura.**

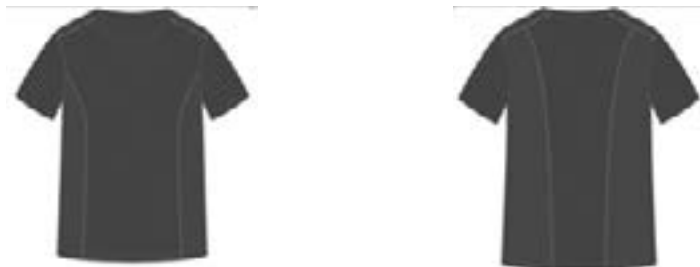
Para la confección de estas prendas de vestir, se produjeron tanto los tejidos de punto liso como los de punto *mesh* en máquina circular de gran diámetro. Los tejidos de punto liso y *mesh* se beneficiaron en una tintorería y se entregaron a la confección para la producción de las camisetas deportivas.



**Figura 11** – Principales etapas de la confección de camisetas deportivas con zonas de ventilación. **Fuente:** Sanches et al. (2025)

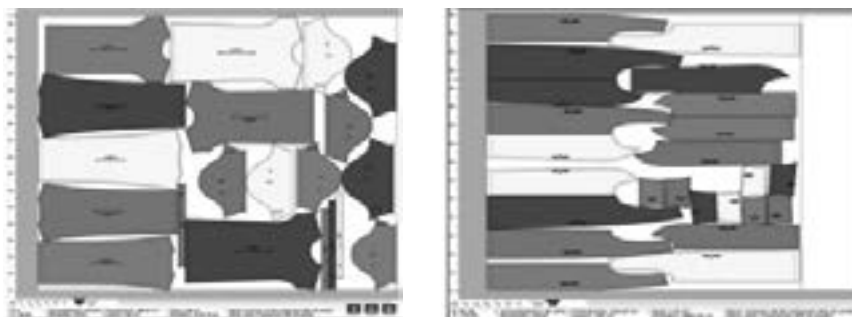
Las etapas del proceso de producción fueron los mismos utilizados para la producción de camisetas deportivas lisas. La Figura 11 ilustra las etapas principales de este proceso de producción.

**Selección de materia prima:** se seleccionaron hilos de microfibra de poliéster 100% reciclado (rPET) a partir de botellas PET. La figura 12a presenta la parte del frente del modelo producido en la 12b la espalda.



**Figura 12a** – Camiseta con zona de ventilación (frente) - **Figura 12b** – Camiseta con zona de ventilación (espalda). **Fuente:** Sanches et al. (2025)

La Figura 13a muestra el encaje de los moldes para el tejido liso, y la 13b el encaje de los moldes para el tejido *mesh*.



**Figura 13a** – Encaje de los moldes (tejido liso) – Tallas 1S, 1M, 1L e 1 XL - **Figura 13b** – Encaje de los moldes (tejido *mesh*) – Tallas 1S, 1M, 1L e 1 XL. **Fuente:** Sanches et al. (2025)

Los encajes mostraron un aprovechamiento del 79,37% para el tejido de punto liso y del 81,37% para el tejido *mesh*. Esto significa que el 20,63 % del tejido de punto liso y el 18,63 % del tejido *mesh* se descartaron como retales durante el proceso de producción.

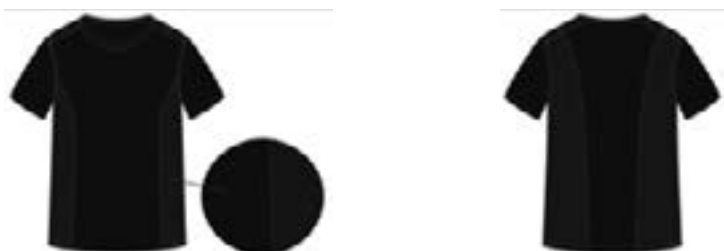
c) **Producción de las camisas masculinas con zonas de ventilación mediante tejido seamless, sin costuras laterales:** Según Santoni (2025), el proceso de producción de prendas sin costuras se puede dividir en siete operaciones: (i) programación del equipo; (ii) producción de tubos (cuerpo y mangas); (iii) corte (pocas piezas); (iv) costura (pocas piezas); (v) fijación; (vi) revisión; y (vii) expedición. La Figura 14 ilustra este proceso de producción.



**Figura 14** - Principales etapas de la confección de camisetas deportivas con zonas de ventilación utilizando la tecnología *seamless* (sin costura lateral). **Fuente:** Sanches et al. (2025)

El desperdicio de materia prima durante las etapas de corte y costura de las mangas y el acabado del cuello fue de aproximadamente un 2 %. Esto significa que, para las mismas tallas 1S, 1M, 1L y 1XL, el desperdicio total de retales de tela con esta tecnología es de aproximadamente un 8 %.

Selección de la materia prima: Se seleccionaron hilos de microfibra de poliéster 100 % reciclado (rPET) procedentes de botellas de PET. El prototipo se desarrolló con un ajuste ceñido al cuerpo. La Figura 15 muestra el modelo seleccionado.



**Figura 15:** Camiseta deportiva *seamless* masculina con zonas de ventilación. **Fuente:** Sanches et al. (2025)

#### 4. Consideraciones finales

Los hilos de microfibra texturizados por falsa torsión de poliéster, utilizados en la producción de los prototipos con funcionalidades, mejoraron las características de las camisetas al aumentar la elasticidad, la suavidad, un mejor aislamiento térmico y una mayor velocidad de transporte de humedad del cuerpo hacia el medio ambiente. Los hilos de poliéster reciclados a partir de botellas de PET reducen el impacto ambiental ya que emiten menores cantidades de CO<sub>2</sub> al ambiente y consumen menos energía en su proceso de producción, en comparación con los procesos de producción de fibras vírgenes, atendiendo así al llamado ecológico exigido por los consumidores conscientes. En el proceso productivo tradicional, utilizado para la fabricación de los prototipos 1 e 2, se observó una gran cantidad de etapas para la producción de los tejidos, la preparación y el ensamblaje de las camisetas deportivas, y se desechan una cantidad significativa de residuos textiles sólidos durante las operaciones de corte y costura.

El proceso productivo tradicional para la producción del prototipo con funcionalidades (prototipo 3) involucra más etapas en comparación con el proceso utilizado para fabricar los prototipos 1 y 2, debido al proceso de producción del tejido *mesh*, y genera una mayor cantidad de residuos sólidos textiles que son desechados al medio ambiente.

La tecnología *seamless*, sin costuras, utiliza menos pasos en su proceso de producción cuando es comparada con el proceso de corte y costura. El desarrollo del producto final se realiza en la tejeduría durante la etapa previa al tejido de las pre formas tubulares. Las camisetas deportivas (prototipo 4) son producidas por los telares sin costuras laterales, prácticamente completas. El cuerpo se teje en forma de un pre tubo de mayor tamaño, y las mangas también se fabrican en forma de un pre tubos más pequeños de manera separada después del tejido. Durante el ensamblaje, es necesario cortar algunas secciones del tubo más grande para unir las mangas y el cuello a la camiseta. Esta tecnología reduce los pasos del proceso productivo, con el objetivo de disminuir los costos de producción, aumentar la productividad y reducir errores humanos.

Con la tecnología *seamless*, los recursos de programación y la combinación de diferentes materias primas permiten crear distintas características en una misma pieza, adaptándola a su uso final. La construcción de bordes, la inserción de elastano, la compresión, la creación de efectos de tejido de punto, encogimiento controlado y las perforaciones, así como la aplicación de logotipos, textos y marcas de corte y la separación de piezas son algunas de las operaciones que se realizan en máquinas con tecnología *seamless* que verticaliza la operación.

Dado lo anterior, se puede afirmar que el proceso de producción del prototipo 4 reducirá el consumo de materias primas, energía, agua, de desecho de residuos sólidos preconsumo (posconsumo industrial) y de mano de obra.

## Referências

- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção - ABIT. (2020). Cartilha Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira - Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas. Brasília/DF: [s.n.]. Disponível em: <http://abit-files.abit.org.br/site/publicacoes/cartilha.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.
- Associação Brasileira das Indústrias de Nãotecidos e Tecidos Técnicos - ABINT. (2025). Definições de tecidos. (2023). Disponível em: <https://www.abint.org.br>. Acesso em: 18 mai.
- Associação Brasileira dos Produtores de Algodão - Abrapa. (2019). Algodão brasileiro. Disponível em: <https://abrapa.com.br>. Acesso em: 29 jul.2025.
- Bera, M., Chakraborty, S. (2022). Knitted active wears. In: Maity, S., Rana, S., Pandit, P., Singha, K. *Advanced Knitting Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 255-305).
- Carmelo Comercial. (2020). Moda Seamless. Disponível em: <http://carmelocomercial.com/e-book-moda-seamless-apresenta-a-tecnologia-de-fabricacao-de-roupas-sem-costurada-santoni-e-suas-principais-aplicacoes/>. Acesso em: 05 ago. 2025.
- Côelho, J. D. (2028). Produção de algodão. Caderno Setorial ETENE, n. 26.
- Dhir, Y.J. (2025). Crusading into the innovative and sustainable concepts of sportswear design & development. In: NAYAK, R. *Sustainable Sportswear and Activewear*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 77-131).
- Coutinho, C.O.P. (2018). Comparação do conforto promovido pelo uso de roupas feitas com fibras de poliamida e poliéster na prática de corrida. Dissertação de Mestrado. Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo.
- Duarte, A.Y.S., Sanches, R.A., Lima, F.S., Queiróz, R.S. (2020). Technological innovations in the production of sportwear: from conventional production to Industry 4.0. *PRODUCT (IGDP)*, v. 18 (pp. 19-25).
- Duarte, A., SANCHES, R.A. (2022). Proposta de fabricação de cabedal de malha utilizando o modelo de economia circular. *Revista de Ensino em Artes, Moda e Design*, v. 6 (pp. 1-23). Ecotextiles.Oecotextiles. (2016) Disponível em: <https://oecotextiles.wordpress.com/2009/07/14/why-is-recycled-polyester-considered-a-sustainable-textile/>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- Gil, A.C. (2010). Como elaborar projetos de pesquisa. 5ª Ed, São Paulo: Atlas.
- Guillén, J.G. (1991). *Fibras Textiles: Propriedades y descripción* (Curso Básico). Terrassa: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Hayes, S.G., Venkatraman, P. (2016). *Materials and Technology for Sportswear and Performance Apparel*. CRC Press Boca Raton.
- Higgins, S.C., Anand, M. (2003). Textiles materials and products for active wear and sportswear. *Technical Textile Market* 16 (11) (pp. 9-40).
- Industry of All Nations. (2017). *From All Corners of the Globe*. Disponível em: <https://google.com/ozYMs6>. Acesso em: 15 ago. 2025.
- Instituto de estudos e Marketing Industrial - IEMI. (2023). *Brasil têxtil: relatório setorial da indústria têxtil brasileira*. São Paulo: Free Press. Disponível em: <http://www.iemi.com.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.

- Kibria, G., Masuk, N.I., Safayet, R., Nguyen, H.K., Mourshedlen, M.B. (2023). Plastic Waste: Challenges and Opportunities to Mitigate Pollution and Effective Management. *International Journal of Environmental Research*, v. 17.
- Lawrence, C. (2015). *Fibre to Yarn: Filament Yarn Spinning*. In: Sinclair, R. *Textiles and Fashion: Materials, Design and Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 213-253).
- Len, B., Chester, K., Jorge, C., Nate, D., Edward, H., Richard, M. (2009). Streamlining the time trial apparel of cyclists: the Nike swift spin project. *Sports Technology* (pp. 53-60).
- Li, Y. (2001). *The Science of Clothing Comfort*. Textile Progress, vol. 31. The Textile Institute. Manchester.
- Li, Y.; Dai, X.-Q. (2006). Clothing comfort and compression therapy. In: Li, Y., Dai, X.-Q., *Biomechanical engineering of textiles and clothing*: Woodhead Publishing Limited (pp.75-90).
- Maity, S., Singha, K., Pandit, P. (2023). Introduction to Functional and Technical Textiles. In: Maity, S., Singha, K., Pandit, P. *Functional and Technical Textiles*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 1-28).
- Nayak, R. (2025). Sportswear and activewear: Analysis of recent trends from sustainability standpoint. In: Nayak, R. *Sustainable Sportswear and Activewear*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 1-22).
- Nigmatova, F., Maksudov, N., Kasimova A., Shin, E. (2018). Compression clothes for sports-critical review. *International Journal of Advanced Science, Engineering and Technology*, vol. 5, (pp. 7525-7533).
- Sanches, R.A., Duarte, A.Y.S., Sbordone, M.A., Ranzo, P. (2021). Tecnologia da malharia: Modapalavra e-periódico, v. 14 (pp. 51-72).
- Sanches, R.A., Santos, P., Moreira, L., Duarte, A.Y.S. (2023, Noviembre 30). Prendas para atletas paralímpicos: desarrollo de uniformes para la práctica del goalball. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, v. 1 (pp. 97-119).
- Sanches, R.A., Santos, P. (2024). Proposta de desenvolvimento de camisas esportivas para prática de goalball. *Human Factors in Design*, v. 13 (pp. 92-119).
- Sanches, R.A., Silva, V.S.G., Coutinho, C.O.P., Avelar, S., Duarte, A.Y.S., Mendes, F.D. (2025). Figuras dos arquivos pessoais das autoras.
- Santoni. (2025). Seamless. Disponível em: <https://www.santoni.com>. Acesso em: 02 ago. 2025.
- Santos, P. (2023). Proposta de adaptação de vestuário esportivo para atletas paraolímpicos de goalball. Dissertação de Mestrado. Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo.
- Schyns, Z.O.G., Shaver, M.P. (2021). Mechanical Recycling of Packaging Plastics: A Review. *Macromolecular Rapid Communications*, vol. 42.
- Senthilkumar, P. (2025). Environmental, social impacts: Fibres and finishes used for sustainable manufacturing of sportswear and activewear. In: Nayak, R. *Sustainable Sportswear and Activewear*. Cambridge: Woodhead Publishing (pp. 23-41).
- Shanks, R. (2017). Recycled synthetic polymer fibers in composites. In: Baillie, C., Jayasinghe, R. *Green Composites - Natural and waste-based composites for a sustainable future*. Woodhead Publishing Series in Composite Science and Engineering, (2nd ed.) (pp. 73-93).

- Silva, V.S.G. (2022). Diferentes possibilidades quando se combinam matérias-primas, construções e processos de fabricação objetivando alcançar determinados atributos de produtos e observando respectivamente seus impactos ambientais. Dissertação de Mestrado. Escola de Artes, Ciências e Humanidades - Universidade de São Paulo.
- Supuren, G., Oglakcioglu, N. (2011). Moisture management and thermal absorptivity properties of double-face knitted fabrics. *Textile Research Journal* 81 (pp.1320-1330).
- Troynikov, O., Watson, C. (2015). Knitting technology for seamless sportswear. In: Shishoo, R. *Textiles for sportswear*. Woodhead Publishing Limited and The Textile Institute (pp.95-117).
- Vasconcelos, F.B., Casaca, F., Vasconcelos, F.G., Marcicano, J.P.P., Sanches, R.A. (2013). Design of elastic garments for sports in circular knitting, *International Journal of textile and fashion technology (IJTFT)*, v. 3 (pp.39-48).
- Vasconcelos, F.G., Sanches, R.A., Vasconcelos, F.B. (2016). Conforto e Funcionalidade dos Têxteis nos Artigos Esportivos, 3rd International Fashion and Design Congress – CI-MODE, Buenos Aires.
- Zhang, X., Yeung, K.W., Li, Y. (2002). Numerical simulation of 3D dynamic garment pressure. *Textile Research Journal* (pp. 245-252). <https://doi.org/10.1177/004051750207200311>.
- Yildiz, N. (2007). A novel technique to determine pressure in pressure garments for hypertrophic burn scars and comfort properties. *Burns*, 33(1): (pp.59-64). doi: 10.1016/j.burns.2006.04.026. Epub 2006 Nov 28. PMID: 17134839.

---

**Abstract:** In recent decades, awareness of the importance of maintaining a healthy lifestyle and good health has increased considerably. A significant portion of the population has adopted regular exercise as a means to achieve good health. The increase in people's participation in sports activities has been accompanied by the development of sportswear, adapted to meet the different needs of each sport. This research aims to develop prototypes of functional sports t-shirts using sustainable materials and a production process that minimizes the environmental impact of waste disposal throughout the production chain. Initially, two prototype sports t-shirts were created: prototypes 1 and 2 are plain basic t-shirts, produced with 100% standard polyamide and 100% standard polyester yarns, respectively. In vivo tests were conducted in a gym to analyze the comfort of the garments, using questionnaires administered before and after physical activity. The results obtained with these garments were unsatisfactory. Two new prototypes were developed: prototype 3 is a functional sports t-shirt, made with 100% recycled polyester yarn and two types of fabric: plain and mesh, using a large-diameter circular knit and traditional construction; and prototype 4 is a functional sports t-shirt, made with 100% recycled polyester yarn using seamless knitting technology. The prototype produced with seamless technology reduced the stages of the production process, decreased pre-consumer textile waste, and reduced the likelihood of human error.

**Keywords:** T-shirt - sport - seamless - sustainability - footwear - textiles - health - production - technology - waste.

**Resumo:** Nas últimas décadas, a conscientização sobre a importância de manter um estilo de vida saudável e boa saúde aumentou consideravelmente. Uma parcela significativa da população adotou a prática regular de exercícios físicos como meio de alcançar uma boa saúde. O aumento da participação das pessoas em atividades esportivas foi acompanhado pelo desenvolvimento de roupas esportivas adaptadas para atender às diferentes necessidades de cada modalidade. Esta pesquisa visa desenvolver protótipos de camisetas esportivas funcionais utilizando materiais sustentáveis e um processo de produção que minimize o impacto ambiental do descarte de resíduos ao longo da cadeia produtiva. Inicialmente, foram criados dois protótipos de camisetas esportivas: Os protótipos 1 e 2 são camisetas básicas lisas, produzidas com fios 100% poliamida e 100% poliéster padrão, respectivamente. Testes *in vivo* foram conduzidos em uma academia para analisar o conforto das peças, utilizando questionários aplicados antes e depois da atividade física. Os resultados obtidos com essas peças foram insatisfatórios. Dois novos protótipos foram desenvolvidos: o protótipo 3 é uma camiseta esportiva funcional, feita com fio 100% poliéster reciclado e dois tipos de tecido: liso e em malha, utilizando uma malha circular de grande diâmetro e construção tradicional; e o protótipo 4 é uma camiseta esportiva funcional, feita com fio 100% poliéster reciclado utilizando tecnologia de tricô sem costura. O protótipo produzido com tecnologia sem costura reduziu as etapas do processo de produção, diminuiu o desperdício têxtil pré-consumo e reduziu a probabilidade de erro humano.

**Palabras clave:** Camiseta - deportes - sem costura - sustentabilidade - calçados - têxteis - saúde - produção - tecnologia - resíduos.

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]

---

**Regina Aparecida Sanches** Licenciada en Ingeniería Mecánica con énfasis en Textil por el Centro Universitario FEI, tiene una maestría y un doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Estatal de Campinas, un posdoctorado en Diseño por la Universidad de Lisboa (Portugal) y un posdoctorado por la Facultad de Artes, Ciencias y Humanidades de la Universidad de São Paulo. Es profesora visitante en la Universidad de Lisboa (Portugal), el Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal) y la Universidad de Campania (Italia). Es investigadora en la Facultad de Artes, Ciencias y Humanidades (USP), el Instituto de Estudios Avanzados (USP), el Centro de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Diseño (CIAUD) de la Universidad de Lisboa (Portugal) y el Laboratorio de Investigación en Moda (FA.RE Lab) de la Universidad de Campania (Luigi Vanvitelli).

**Vanessa Szabo Gomes da Silva** Licenciada en Ingeniería Textil por el Centro Universitario FEI, Especialista en Marketing por la Escuela Superior de Publicidad y Marketing y Máster en Textil y Moda por la Universidad de São Paulo. Es una ejecutiva experimentada con experiencia en el sector textil, la cadena de suministro y el comercio minorista. Como directora de Focus Textil, supervisa el abastecimiento global, la planificación del suministro y la gestión de la producción, impulsando el crecimiento y la rentabilidad del negocio. Con una sólida formación en negocios y ciencias textiles, Szabo ha ocupado diversos puestos de liderazgo en Nike, DuPont y Santista, donde desarrolló e implementó planes estratégicos, dirigió equipos e impulsó mejoras de procesos.

**Caroline Oliveira Pimentel Coutinho** Licenciada en Administración de Empresas por la Universidad Metodista de São Paulo y tiene una maestría en Textiles y Moda por la Universidad de São Paulo. Fue Coordinadora de Mercado - Marketing en Rhodia Poliamida e Especialidades.

**Adriana Yumi Sato Duarte** Licenciada en Textiles y Moda por la Universidad de São Paulo y tiene una maestría y un doctorado en Ingeniería Mecánica por la Universidad Estatal de Campinas. Realizó una pasantía doctoral en el extranjero (SWE) del Programa Ciencia Sin Fronteras (2015-2016) en la Facultad de Estudios de la Construcción (Dik) de la Universidad Técnica de Darmstadt, Alemania. Actualmente es profesora adjunta del Departamento de Diseño de la Escuela de Arquitectura, Artes, Comunicación y Diseño de la Unesp, campus Bauru.

**Francisca Dantas Mendes** Dra. y Presidenta del Instituto SUSTEXMODA, Coordinadora de NAPI-SUSTEXMODA (USP) y Profesora Asociada de USP-EACH. Doctora y posdoctorada por la USP, investiga la sostenibilidad en la moda, con especial atención a los residuos textiles y los impactos socioambientales. Autora de tres libros y numerosos artículos, dirige el Grupo de Investigación “Moda en la Cadena Textil” (CNPq). Es miembro del comité científico de la Serie Moda Responsable (Amberes) y coordina el Grupo de Trabajo Textil del Ayuntamiento de São Paulo. Desde el año 2000, colabora con la UNESCO en iniciativas para una cultura de paz.

**Suzana Avelar** Licenciada en Diseño de Moda por la Facultad Santa Marcelina, máster en Comunicación y Semiótica por la Pontificia Universidad Católica de São Paulo y doctora en Comunicación y Semiótica por la Pontificia Universidad Católica de São Paulo. Impartió clases de moda en las siguientes instituciones: Facultad Santa Marcelina, Belas Artes, UniFMU y Universidad Anhembi Morumbi. Desde 2012, se dedica a la maternidad y a su carrera en la Universidad de São Paulo. Actualmente es profesora asociada en la Universidad de São Paulo, donde trabaja principalmente en los siguientes temas: moda, globalización, tecnologías, lo digital y la cultura de la datificación.