

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
“PAULA SOUZA”
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ARARAQUARA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL

**SUSTENTABILIDADE NO USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA TEXTIL ESTUDO
SOBRE O TINGIMENTO E TRATAMENTO DE EFLUENTES COM ENFOQUE NO
REUSO**

ANNY PATRICIE ARAUJO VIVIANI

ARARAQUARA

2025

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA
“PAULA SOUZA”
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ARARAQUARA
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO EMPRESARIAL

ANNY PATRICIE ARAUJO VIVIANI

**SUSTENTABILIDADE NO USO DA ÁGUA NA INDÚSTRIA TEXTIL ESTUDO
SOBRE O TINGIMENTO E TRATAMENTO DE EFLUENTES COM ENFOQUE NO
REUSO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Tecnologia de Gestão Empresarial do
instituto Centro Estadual de Educação Tecnológica
Paula Souza como requisito parcial para a
obtenção do título de Tecnólogo em Gestão
Empresarial.

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Ferrari de Souza

ARARAQUARA

2025

Ficha catalográfica

Biblioteca da Faculdade de Tecnologia de Araraquara

V859 VIVIANI, Anny Patricie Araujo

Sustentabilidade no uso da água na indústria têxtil estudo sobre o tingimento e tratamento de efluentes com enfoque no reuso. / VIVIANI, Anny Patricie Araujo. — Araraquara, 2025.

38f.

Trabalho de conclusão de curso (Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial) — Faculdade de Tecnologia Prof. José Arana Varela: Araraquara, 2025.

Orientador(a): Dr. José Luiz Ferrari de Souza

1. Sustentabilidade. 2. Indústria têxtil. 3. Reuso hídrico. 4. Tratamento de efluentes. I. VIVIANI, Anny Patricie Araujo. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que sempre foi meu alicerce, pelo amor, paciência e incentivo em cada etapa dessa caminhada. Aos que acreditaram em mim mesmo quando os desafios pareciam grandes demais, e a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa conquista.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela força, serenidade e por iluminar meu caminho durante toda essa jornada acadêmica. Ao meu orientador, Prof. Dr. José Luiz Ferrari de Souza, pela orientação, paciência e pela confiança que guiou o desenvolvimento deste trabalho. À minha família, que nunca deixou faltar apoio, motivação e amor, especialmente nos momentos em que o cansaço parecia vencer. Aos amigos e colegas de curso, por compartilharem aprendizados, risadas e por tornarem essa fase mais leve e significativa. E à indústria têxtil de Araraquara, que gentilmente abriu suas portas e colaborou com informações essenciais para esta pesquisa, contribuindo só para este estudo, mas para um futuro mais sustentável e consciente.

FIGURAS

Figura 1- Indústria têxtil nas principais regiões.	16
Figura 2 - Fluxograma do processo de tingimento por esgotamento	23
Figura 3 - Fluxo simplificado da gestão hídrica na indústria têxtil.....	27

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Indústria de transformação que mais utilizam água.....	17
Gráfico 2 - Setores da indústria de transformação que mais consomem água no Brasil.....	18
Gráfico 3 - Evolução do consumo de água – Unidade Araraquara.....	31

QUADROS

Quadro 1- Uso da água nas etapas do processo produtivo da indústria têxtil.....	18
Quadro 2- Principais tipos de tingimento têxtil e suas características	21
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do tingimento por esgotamento	22
Quadro 4- Produtos Químicos Auxiliares utilizados em Tingimentos.....	25
Quadro 5 - Comparativo do consumo de água no processo de tingimento.....	26
Quadro 6 - Normas e legislações ambientais aplicáveis à indústria têxtil	29

LISTA DE SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
BD-Usos	Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente
DQO	Demanda Química de Oxigênio
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ETEs	Estações de Tratamento de Efluentes
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISO	International Organization for Standardization
MRSL	Manufacturing Restricted Substances List
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
OEKO-TEX	International Association for Research and Testing in the Field of Textile and Leather Ecology
SENAI CETIQT	Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
ZDHC	Zero Discharge of Hazardous Chemicals

RESUMO

A indústria têxtil, um dos setores mais relevantes da economia, também está entre os maiores responsáveis pelo consumo de água e pela geração de efluentes. O processo de tingimento, em especial, exerce forte impacto ambiental por demandar grandes volumes de recursos hídricos e energéticos. Em função da alta demanda do mercado atual, marcada pelo consumo acelerado da moda e pelas constantes mudanças de tendências, as indústrias precisam acompanhar esse ritmo para manter sua competitividade. Este trabalho analisa os impactos desse setor e as inovações sustentáveis desenvolvidas para minimizar tais efeitos, com foco no reuso da água e no tratamento de efluentes. A pesquisa destaca a adoção de práticas produtivas capazes de reduzir poluentes, otimizar processos e ampliar a reciclagem de insumos. Os resultados evidenciam que, embora ainda existam desafios a serem superados, iniciativas como o uso de fibras pré-pigmentadas e a implementação de sistemas de reuso de água fortalecem a economia circular e contribuem para um setor mais sustentável e competitivo.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Indústria têxtil. Reuso hídrico. Tratamento de efluentes.

ABSTRACT

The textile industry, one of the most relevant sectors of the economy, is also among the largest consumers of water and generators of effluents. The dyeing process has a strong environmental impact due to its high demand for water and energy resources. Given the high demand of today's market, marked by fast fashion consumption and constant changes in trends, industries need to adapt to remain competitive. This study analyzes the impacts of this sector and the sustainable innovations developed to minimize such effects, focusing on water reuse and effluent treatment. The research highlights the adoption of production practices capable of reducing pollutants, optimizing processes, and increasing the recycling of inputs. The results show that, although significant challenges remain, initiatives such as the use of pre-pigmented fibers and the implementation of water reuse systems strengthen the circular economy and contribute to a more sustainable and competitive sector.

Keywords: Sustainability. Textile industry. Water reuse. Effluente treatment.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	11
2 JUSTIFICATIVA.....	13
3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	13
4 HIPOTESE.....	14
5 OBJETIVOS	14
5.1 Objetivo Geral	14
5.2 Objetivos Específicos	14
6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
6.1 Indústria têxtil e consumo de recursos naturais	17
6.2 Processo de tingimento têxtil.....	19
6.2.1 Etapas do tingimento por esgotamento.....	22
6.3 Poluição hídrica e efluentes industriais têxtil	24
6.4 Sustentabilidade e gestão hídrica	25
6.5 Normas técnicas e legislações ambientais aplicada à indústria têxtil.....	27
7 METODOLOGIA.....	29
8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
8.1 Consumo de água e reuso	30
8.2 Tratamento de Água	31
8.3 Gestão de insumos químicos	32
8.4 Biodiversidade e preservação ambiental	32
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
REFERÊNCIA.....	34
APÊNDICE	37

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil tem experimentado um crescimento significativo nas últimas décadas, impulsionada, principalmente, pelo avanço da globalização e pela expansão do comércio eletrônico. Com a facilidade de acesso a mercados internacionais por meio da internet, marcas e consumidores passaram a operar em uma lógica de consumo mais acelerada, exigindo variedade, personalização e constantes lançamentos. Esse novo modelo de consumo, marcado por tendências como o *fast Fasion*, exige maior produção, menor tempo de resposta e diferenciação constante dos produtos, o que amplia a produção e, conseqüentemente, a demanda por recursos naturais, sobretudo a água. Diante desse cenário, torna-se urgente repensar o uso da água sob a ótica da sustentabilidade, buscando práticas de reuso e tratamento eficiente dos efluentes (Silva, 2021).

O setor têxtil é um dos mais afetados pela transformação da globalização, pois precisa atender a um mercado competitivo e altamente dinâmico, isso exige inovações contínuas tanto no *design* quanto na produção. Essa pressão por diferenciação e agilidade produtiva contribui diretamente para o aumento do consumo de água, principalmente nas etapas de tingimento e acabamento dos tecidos, que dependem desse recurso para garantir qualidade e variedade visual aos produtos (Costa, Farias e Vasconcelos (2020).

A água é um dos recursos naturais mais essenciais à vida e, ao mesmo tempo, um dos mais impactados pela atividade industrial. A indústria têxtil, em especial, é uma das maiores consumidoras de água doce do mundo, sendo responsável por grandes volumes de efluentes descartados no meio ambiente. A Organização das Nações Unidas (ONU, 2023) destaca que a indústria têxtil é responsável por cerca de 20% da poluição da água gerada por processos industriais, sendo o tingimento um dos maiores vilões nesse processo. A combinação entre alta demanda de produção e práticas ainda pouco sustentáveis agrava os impactos ambientais, especialmente em países onde o tratamento de efluentes industriais ainda é limitado ou ineficiente.

A importância do tema está no equilíbrio entre desenvolvimento industrial e responsabilidade ambiental. Estudar o reuso da água no tingimento têxtil é fundamental não só para a preservação dos recursos hídricos, mas também para a inovação e competitividade do setor frente às exigências do mercado global. Práticas sustentáveis no setor têxtil podem gerar valor de marca, reduzir custos operacionais e atender à crescente demanda por produtos ecologicamente corretos, como afirma Formiga (2021). Além disso, iniciativas de reuso

contribuem para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6, que trata da água limpa e saneamento.

Nos dias de hoje, refletir sobre como utilizamos os recursos naturais não é apenas uma escolha ética, mas uma necessidade urgente. A água, em especial, é um dos bens mais valiosos que temos, essencial para a vida e para inúmeras atividades produtivas, inclusive na indústria. Souza (2006) destaca que as decisões adotadas no presente, especialmente em relação aos recursos naturais, influenciam diretamente o bem-estar das futuras gerações.

É nesse cenário que o conceito de sustentabilidade ambiental ganha força. Ele se refere à capacidade de utilizar os elementos da natureza (como a água) de forma equilibrada, permitindo que continuem disponíveis no futuro. Segundo Townsend, Begon e Harper (2006), uma atividade é considerada sustentável quando consegue manter-se ao longo do tempo sem comprometer os recursos necessários para sua continuidade.

Para alcançar esse equilíbrio, é fundamental que as organizações revejam seus processos, desde a captação da água até sua destinação final, com o objetivo de reduzir perdas, evitar contaminações e buscar alternativas como o reuso. De acordo com Leite (2009), a forma mais eficiente de preservar o meio ambiente é evitar, desde a origem, a geração de resíduos. Enquanto isso não for possível, devem-se adotar práticas de reaproveitamento, tratamento adequado e descarte consciente.

Além disso, o perfil do consumidor vem mudando. A sociedade está cada vez mais atenta às práticas ambientais das empresas e valoriza aquelas que demonstram responsabilidade com o meio ambiente. Essa mudança tem pressionado as organizações a adotarem posturas mais sustentáveis, Tachizawa (2004) argumenta que a crescente consciência ambiental dos consumidores tem levado as empresas a adotarem práticas sustentáveis como resposta estratégica.

Mais do que atender às exigências do mercado, é preciso desenvolver novas formas de pensar e agir, buscando alternativas que permitam conciliar desenvolvimento econômico com preservação ambiental. Camargo (2003) reforça que isso exige inovação e criatividade por parte das empresas, que devem enxergar os desafios ambientais como oportunidades para repensar seus modelos de negócios e criar soluções sustentáveis. Isso inclui, por exemplo, a adoção de tecnologias limpas, o tratamento e o reuso da água, e a reorganização de processos produtivos para minimizar o impacto ambiental (Tachizawa, 2004).

Dessa forma, discutir o uso sustentável da água no setor têxtil, especialmente nas etapas de tingimento e tratamento de efluentes, torna-se essencial para compreender como o reuso

pode reduzir impactos ambientais e promover uma produção mais responsável. Este trabalho buscará investigar os impactos do crescimento da produção têxtil no consumo de água, com ênfase nas etapas de tingimento e tratamento de efluentes, e propor caminhos viáveis para o reuso da água como alternativa sustentável em um cenário de escassez hídrica e crescente exigência ambiental.

2 JUSTIFICATIVA

A escolha deste tema se justifica pela urgência ambiental e pela necessidade de mudança nos modelos de produção adotados por muitos segmentos industriais. A indústria têxtil, apesar de sua importância econômica e social, tem sido constantemente apontada como uma das mais poluentes, principalmente no que se refere ao uso da água. O tingimento, por exemplo, pode consumir entre 50 e 100 litros de água por quilo de tecido, dependendo do processo adotado (SENAI CETIQT, 2020). Além disso, o descarte inadequado dos efluentes compromete a qualidade dos corpos hídricos e ameaça a biodiversidade.

Diante disso, investir em soluções como o reuso da água representa uma oportunidade não apenas de reduzir os impactos ambientais, mas também de otimizar custos operacionais e atender às exigências de um mercado cada vez mais consciente e exigente em relação à sustentabilidade. Trata-se de um tema que dialoga diretamente com os desafios do nosso tempo e com a busca por um futuro mais equilibrado entre desenvolvimento e preservação. Por meio desta pesquisa, espera-se contribuir para a construção de um olhar mais crítico e responsável sobre os processos produtivos da indústria têxtil, incentivando práticas que respeitem o meio ambiente sem comprometer a competitividade do setor.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

A indústria têxtil, especialmente nos processos de tingimento, consome uma quantidade expressiva de água e, muitas vezes, gera efluentes que são descartados de forma inadequada, causando sérios impactos ambientais. Com o crescimento acelerado da produção, impulsionado por tendências como o *fast fashion* e pela pressão por inovação constante, a demanda por recursos naturais, como a água, só aumenta. Ao mesmo tempo, cresce a consciência ambiental da sociedade, exigindo que as empresas revejam suas práticas e adotem soluções mais sustentáveis. Nesse contexto, o reuso da água surge como uma alternativa promissora para reduzir o consumo e os impactos ambientais causados pela produção têxtil, surgindo como uma prática alinhada aos princípios da economia circular, buscando manter o recurso em uso pelo maior tempo possível e reduzir o impacto ambiental da produção. No entanto, ainda são poucos

os estudos que mostram como esse reuso pode ser aplicado de forma prática e eficiente, especialmente em etapas críticas como o tingimento.

Diante disso, a pergunta que reflete o tema é: De que forma o reuso da água pode ser aplicado de maneira eficiente no processo de tingimento da indústria têxtil, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a redução dos impactos hídricos?

4 HIPOTESE

Acredita-se que, ao repensar o uso da água no processo de tingimento, especialmente por meio do reuso, a indústria têxtil pode não apenas diminuir o impacto ambiental que causa, mas também encontrar novas formas de produzir com mais responsabilidade e eficiência. A expectativa é que o reuso da água, aliado ao investimento em tecnologias mais limpas, seja capaz de reduzir significativamente o consumo hídrico, sem comprometer a qualidade dos tecidos e ainda gerando benefícios como economia de recursos e valorização da marca frente a um mercado cada vez mais atento às práticas sustentáveis.

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Analisar práticas sustentáveis no uso da água em uma indústria têxtil, com foco no processo de tingimento e no tratamento de efluentes visando o reuso hídrico.

5.2 Objetivos Específicos

- Identificar os principais pontos de consumo de água no processo de tingimento da indústria estudada.
- Avaliar as tecnologias e métodos utilizados no tratamento de efluentes.
- Investigar as práticas adotadas para o reuso da água e seus resultados ambientais.
- Verificar os impactos da gestão hídrica sustentável na eficiência do processo produtivo.
- Propor melhorias ou alternativas no uso da água com base em boas práticas ambientais.

6 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

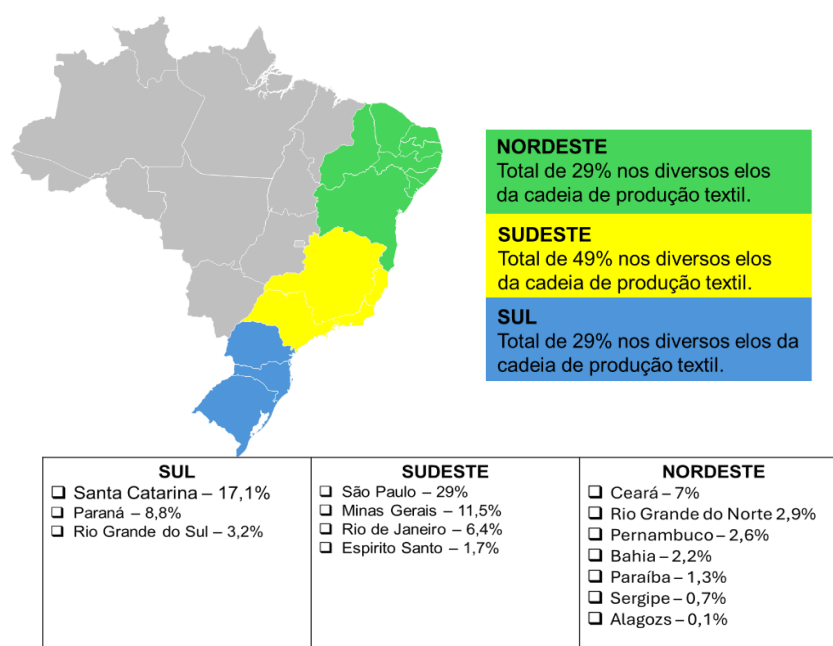
A indústria é um dos pilares da economia nacional, gerando milhões de empregos, impulsionando o PIB e contribuindo diretamente para o desenvolvimento regional. Dentre os diversos segmentos, destaca-se a indústria têxtil, que representa um elo essencial da cadeia produtiva brasileira. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT,

2024), o setor é o segundo maior empregador da indústria de transformação no país, exercendo papel estratégico tanto pelo volume de postos de trabalho quanto pelo impacto social e econômico distribuído por todas as regiões. Em 2023, o setor movimentou cerca de R\$ 203,9 bilhões em faturamento, com produção anual estimada em 2 milhões de toneladas de produtos têxteis e mais de 8 bilhões de peças de vestuário, gerando aproximadamente 1,3 milhão de empregos diretos (ABIT, 2023).

O Brasil se destaca por possuir uma das cadeias têxteis mais completas do Ocidente, abrangendo todas as etapas produtivas, desde a fabricação das fibras até a confecção das peças finais, o que confere maior autonomia, agregação de valor e competitividade. No cenário sul-americano, é o único país com relevância significativa na produção têxtil em nível global. Atualmente, responde por cerca de 2,4% da produção mundial de têxteis, ocupando a quinta posição no ranking global. Além disso, é o quarto maior produtor de vestuário do mundo, com 2,6% da produção global, de acordo com dados da Goten Show (2017).

Um dos aspectos que caracterizam a cadeia têxtil e de confecção brasileira é a presença de polos regionais de produção. Conforme ilustra a Figura 01 as regiões Sudeste, Sul e Nordeste concentram os principais centros industriais do setor, contribuindo de forma expressiva para o desenvolvimento econômico local e para a diversidade produtiva da indústria têxtil nacional.

Figura 1- Indústria têxtil nas principais regiões.



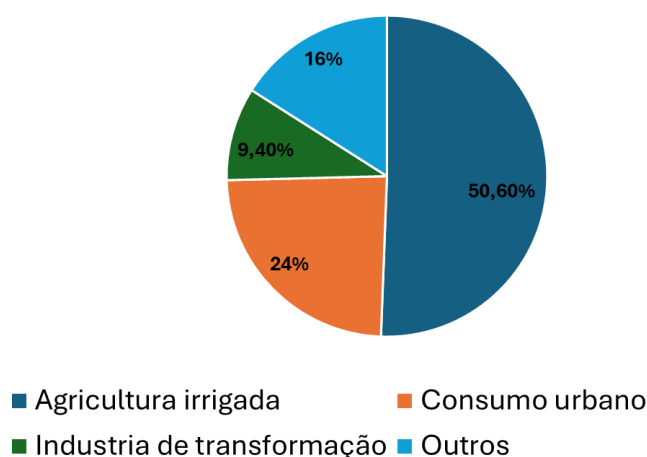
Fonte: Adaptado com base em GotexShow (2017).

Para 2025, as expectativas apontam para um crescimento moderado, porém consistente. A produção da cadeia têxtil e de confecção avança cerca de 1,2%, sendo 1,4% no segmento têxtil e 1,0% no de vestuário (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2025). O faturamento do setor atinge aproximadamente R\$ 280,1 bilhões, o que representa uma alta de 5,2% em relação a 2024 (BROTHER SOLUÇÕES, 2025). Além disso, projeta-se a geração de cerca de 6.150 novos empregos formais, distribuídos entre os segmentos têxtil e de confecção (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2025). Esses dados reforçam a importância estratégica do setor e sua capacidade de se adaptar ao cenário econômico nacional.

No entanto, apesar de sua relevância econômica e social, o setor industrial têxtil também apresenta impactos ambientais significativos, especialmente no que diz respeito ao uso intensivo de recursos hídricos e à geração de efluentes. A Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2023) ressalta, com base em estudos recentes, que o setor industrial de transformação ocupa a posição de terceiro maior consumidor de água no Brasil, sendo superado apenas pela agricultura irrigada e pelo abastecimento humano urbano. Essas informações são reforçadas pelos dados da Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água (BD-Usos, 2023), conforme ilustrado no Gráfico 1 a seguir.

Gráfico 1- Indústria de transformação que mais utilizam água.

Consumo de água por setores industriais



Fonte: Elaboração própria com base em ANA (2021); BD-Usos (2023)

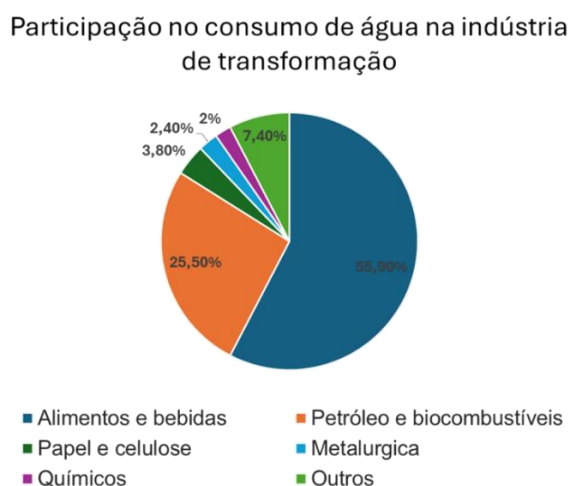
Esse panorama evidencia a importância de se repensar os processos produtivos, com foco em práticas mais sustentáveis. Isso significa que repensar nesses processos não é apenas

uma responsabilidade ambiental, mas também uma oportunidade para tornar a indústria mais eficiente, inovadora e preparada para os desafios do futuro.

6.1 Indústria têxtil e consumo de recursos naturais

A água é um recurso essencial para a atividade industrial, estando presente em quase todas as etapas da cadeia produtiva. Dentro da indústria de transformação, alguns setores se destacam pelo alto consumo de água, entre esses segmentos, destaca-se a indústria têxtil, cujo uso da água vai além da quantidade: envolve também a complexidade dos resíduos gerados ao longo dos processos. Na maioria dos casos, a água atua como matéria-prima, solvente, fluido para resfriamento, agente de limpeza ou veículo para reações químicas (CNI, 2020), como mostra o Gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2 - Setores da indústria de transformação que mais consomem água no Brasil.



Fonte: Elaboração própria com base em ANA (2021).

Apesar de não estar entre os maiores consumidores de água dentro da indústria de transformação, a indústria têxtil se destaca pelo uso intensivo e estratégico desse recurso em seus processos produtivos. A água é essencial desde a preparação das fibras até o tingimento, a lavagem e o acabamento dos tecidos, etapas que, além de demandarem volumes consideráveis, requerem qualidade e controle rigoroso. Em determinadas fases, o consumo pode ultrapassar 150 litros por quilo de tecido processado, o que evidencia a dimensão do impacto do uso desse recurso (NEOMONDO, 2017). A seguir, o Quadro 1 ilustra as principais etapas do processo produtivo da indústria têxtil e as respectivas finalidades do uso da água em cada uma delas.

Quadro 1- Uso da água nas etapas do processo produtivo da indústria têxtil.

Etapas do processo Têxtil	Finalidade da água utilizada	Observações técnicas
Preparação das fibras	Lavagem e remoção de impurezas	Uso de água potável ou tratada
Tingimento	Solvente para fixação de corantes	Altamente poluente, exige controle rigoroso
Lavagem e enxague	Remoção de excesso de corantes e sais	Grande volume de água
Acabamento	Resfriamento, limpeza, aplicação química	Pode gerar resíduos tóxicos

Fonte: Elaboração própria baseada em NEOMONDO (2017)

Conforme apontam Costa, Farias e Vasconcelos (2020), a globalização e o avanço do comércio eletrônico foram determinantes para a expansão do setor, que passou a operar em mercados mais amplos e competitivos, exigindo maior diversidade, inovação e velocidade de produção. Dentro desse novo cenário, ganhou força o modelo conhecido como fast Fashion, que revolucionou a lógica de produção e consumo na moda. Esse modelo se caracteriza por ciclos produtivos curtos, alta rotatividade de coleções e preços acessíveis, o que estimula o consumo frequente e impulsivo. Segundo Silva (2021), essa dinâmica acelerada impõe uma pressão constante sobre os recursos naturais gerando volumes crescentes de resíduos e efluentes.

Além disso, o setor têxtil também consome grandes quantidades de energia térmica e elétrica, especialmente em processos que envolvem aquecimento, secagem e movimentação de equipamentos industriais. Esse elevado consumo contribui para uma significativa pegada ecológica, agravada pela utilização de insumos químicos complexos e muitas vezes tóxicos (CNI, 2020). Nesse cenário, o vapor assume papel central como fonte de energia térmica em diversas etapas produtivas. Ele é amplamente utilizado para aquecer banhos de tingimento e lavagem, manter temperaturas estáveis durante reações químicas e fornecer calor a equipamentos de secagem e acabamento, garantindo eficiência e qualidade no resultado dos tecidos. Sua aplicação permite um controle preciso de temperatura e umidade, aspectos essenciais para assegurar uniformidade de cor e bom desempenho dos tratamentos aplicados aos materiais.

A geração desse vapor, contudo, demanda grandes volumes de água e elevado consumo de combustíveis, como gás natural, óleo ou biomassa, para aquecimento nas caldeiras. De acordo com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI CETIQT, 2020), o controle adequado da temperatura por meio do vapor é indispensável para que as reações

químicas ocorram de forma correta no tingimento e no acabamento, garantindo a fixação e a estabilidade das cores. Apesar disso, esse processo representa um ponto sensível em termos ambientais, já que envolve emissões e perdas energéticas que precisam ser monitoradas.

Dependendo do combustível utilizado, a geração de vapor pode estar associada à emissão de poluentes atmosféricos. A queima de óleo combustível ou gás natural libera dióxido de carbono (CO₂), principal gás de efeito estufa, além de óxidos de nitrogênio (NO_x) e de enxofre (SO_x), que contribuem para a formação de chuva ácida e comprometem a qualidade do ar. Também podem ser emitidas partículas sólidas em suspensão, prejudicando o meio ambiente e a saúde humana. No caso da lenha, as emissões incluem CO₂ e material particulado, e o impacto ambiental depende diretamente de sua origem. Quando proveniente de áreas de reflorestamento, como eucalipto ou pinus, tende a ser mais sustentável, pois o carbono liberado durante a queima é parcialmente compensado pelo absorvido no crescimento das árvores. Entretanto, o uso de lenha retirada de florestas nativas sem manejo sustentável intensifica o desmatamento, a perda de biodiversidade e a degradação do solo. Diante disso, a escolha do combustível e a gestão eficiente do vapor tornam-se estratégias para o setor, influenciando não apenas a produtividade, mas também o desempenho ambiental das indústrias têxteis (MMA, 2025).

Outro fator que merece atenção especial é a poluição hídrica, a indústria têxtil se encontra entre as que mais preocupam especialistas. Seus efluentes frequentemente contêm corantes sintéticos, metais pesados, solventes e detergentes, o que exige sistemas de tratamento complexos e rigorosos. Caso esses resíduos não sejam devidamente tratados antes do descarte, podem comprometer seriamente a qualidade dos corpos d'água, afetar a biodiversidade e gerar riscos à saúde pública (ANA, 2017).

Esse cenário reforça a necessidade de uma gestão hídrica eficiente, não apenas na indústria têxtil, mas em todo o setor produtivo. O desafio não está apenas em reduzir o consumo de água, mas principalmente em minimizar os impactos dos efluentes gerados, garantindo que o desenvolvimento econômico caminhe lado a lado com a preservação dos recursos naturais (ANA, 2023).

6.2 Processo de tingimento têxtil

O tingimento é uma das etapas mais relevantes e complexas da produção têxtil. É por meio dele que o tecido adquire cor, valor estético e características visuais fundamentais para atender ao mercado da moda e às exigências dos consumidores. A complexidade do tingimento

está na sua função de fixar os corantes às fibras têxteis de maneira uniforme e estável, resistindo a lavagens, fricções e exposição à luz, requisitos essenciais para atender ao padrão de qualidade necessário para se destacar no mercado tão competitivo como está sendo atualmente. No entanto, esse processo está entre os que mais dependem da água dentro da indústria têxtil, sendo considerado um dos principais foco de atenção do ponto de vista ambiental. A água é usada em praticamente todas as fases do tingimento: desde a preparação do tecido (lavagem, branqueamento), passando pela dissolução de corantes, controle de temperatura e pH, até o enxágue final. (NEOMONDO, 2017; CNI, 2020).

Existem diferentes métodos de tingimento, cada um adequado a um tipo de fibra, tecido ou demanda produtiva. O Quadro 2 mostra os principais processos de tingimento utilizados na indústria:

Quadro 2- Principais tipos de tingimento têxtil e suas características

Tipos de Tingimento	Descrição	Principais aplicações	Observações
Tingimento por esgotamento	O tecido é imerso em banho de tingimento, com o aumento gradual da temperatura para transferência do corante.	Malhas, tecidos sintéticos e mistos	Muito usado nas indústrias. Gera grandes volumes de efluentes, especialmente após a lavagem
Tingimento em peça (jet ou overflow)	Tecido já costurado é tingido com movimentação em jatos d'água ou fluxo contínuo.	Peças prontas como camisetas e roupas esportivas.	Ideal para pequenas produções. Consome bastante água.
Tingimento em fio (cone)	Fios enrolados em cones são tingidos por penetração do banho no interior dos rolos.	Fios usados para tricô, crochê ou confecção.	Mais uniforme. Requer bom controle do tempo e temperatura.
Tingimento em urdume	Realizado no conjunto de fios antes da tecelagem.	Tecidos jeans e sarjas.	Muito usado no denim. Processo contínuo e eficiente.
Tingimento em massa (ou dope dyeing)	O corante é misturado ao polímero antes da formação da fibra.	Fibras sintéticas (poliéster, náilon).	Reduz uso de água e energia. Sustentável, porém, pouco usado em fibras naturais.

Tingimento por estampagem	Corantes são aplicados sobre o tecido por serigrafia ou impressão digital.	Moda personalizada, tecidos estampados.	Não é um tingimento total – apenas localizado. Pode gerar menos efluente dependendo da técnica.
---------------------------	--	---	---

Fonte: Elaboração própria baseado em Silva (2021)

Dentre os diversos métodos de tingimento utilizados pela indústria têxtil, o processo por esgotamento se destaca como o mais comum, especialmente em fábricas de médio e grande porte. Sua ampla aplicação se justifica pela eficiência operacional, uniformidade na coloração e maior controle de qualidade, capacidade de tingir grandes volumes de tecidos, além de ser especialmente adequado para fibras sintéticas ou mistas, como poliéster, poliamida e algodão com elastano (SENAI CETIQT, 2020).

O tingimento por esgotamento ocorre em sistemas fechados e automatizados, nos quais o tecido é imerso em um banho contendo corantes e produtos auxiliares. Ao longo do processo, a temperatura do banho é elevada de forma gradual, promovendo a transferência do corante para o tecido até que o corante “esgote” da solução, fixando-se nas fibras (SENAI CETIQT, 2021). A automação dos equipamentos permite maior precisão no tempo, temperatura e agitação, o que resulta em coloração mais homogênea e reduz perda de insumos e retrabalho (ABIT, 2022).

Embora o tingimento por esgotamento apresente diversos benefícios técnicos e operacionais, ele também exige atenção quanto ao uso intensivo de recursos naturais. A seguir, o Quadro 3 resume suas principais vantagens e desvantagens:

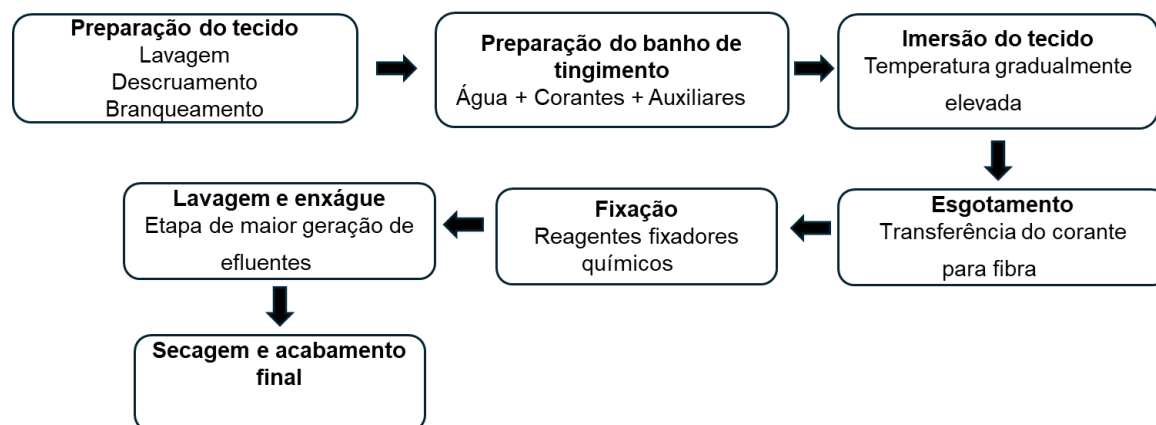
Quadro 3 - Vantagens e desvantagens do tingimento por esgotamento

Vantagens	Desvantagens
Uniformidade na coloração	Alto consumo de água
Processos automatizados e maior controle de qualidade	Elevado consumo de energia térmica e elétrica
Menor intervenção humana, com mais segurança no manuseio de produtos químicos	Geração significativa de efluentes com carga poluente
Aplicável a diferentes tipos de fibras (mistas e sintéticas)	Necessidade de tratamento rigoroso dos efluentes antes do descarte
Permite reaproveitamento térmico em sistemas modernos	Complexidade técnica e custos com controle ambiental

Fonte: Elaboração própria com base em ABIT (2022); NEOMONDO (2017); CNI (2020).

Por isso, torna-se fundamental ponderar os prós e contras dessa técnica no contexto da produção sustentável. Para entender melhor a complexidade do tingimento por esgotamento, a Figura 2 ilustra as etapas principais desse processo dentro de uma indústria têxtil moderna:

Figura 2 - Fluxograma do processo de tingimento por esgotamento



Fonte: Elaboração própria com base em ABIT (2022)

O processo de tingimento por esgotamento, ilustrado na Figura 2, envolve uma série de etapas sequenciais que desempenham funções específicas e têm demandas únicas. Apesar de ser eficiente, este processo gera implicações significativas para o meio ambiente. Entender melhor essas etapas e seus impactos, podemos identificar oportunidades para melhorar a sustentabilidade e reduzir o impacto ambiental do processo de tingimento.

6.2.1 Etapas do tingimento por esgotamento

De acordo com o SENAI CETIQT (2021), o tingimento por esgotamento é um processo estruturado para garantir uniformidade na cor, estabilidade e qualidade final do tecido. Embora as máquinas modernas facilitem o controle de variáveis como tempo, temperatura e agitação, cada etapa exige atenção, pois pequenas variações podem comprometer o resultado.

O fluxo do processo segue uma sequência lógica:

Preparação do tecido – remoção de impurezas naturais, óleos e resíduos de processos anteriores por meio de lavagem, descruamento e/ou branqueamento. Essa etapa é essencial para que as fibras estejam limpas e preparadas para absorver o corante de forma homogênea.

Preparação do banho de tingimento – mistura de água com corantes e aditivos auxiliares, como dispersantes, nivelantes, sequestrantes e eletrólitos. Esses componentes favorecem a penetração, fixação e estabilidade da cor.

Imersão do tecido – o material é introduzido no banho e, de forma gradual, a temperatura é elevada para iniciar a transferência do corante para as fibras. O pH é ajustado para otimizar a fixação, enquanto a agitação mantém a distribuição uniforme do corante.

Esgotamento – fase em que ocorre a absorção mais intensa do corante. O tempo e a temperatura são cuidadosamente controlados para atingir a tonalidade desejada e evitar desperdícios.

Fixação – consolidação do corante na fibra por meio de reações químicas, garantindo resistência à lavagem, fricção e exposição à luz.

Lavagem e enxágue – remoção do excesso de corante não fixado e dos resíduos químicos. É a fase que gera maior volume de efluentes, frequentemente com alta carga poluente composta por corantes residuais, sais, surfactantes e metais pesados, exigindo tratamento adequado antes do descarte.

Secagem e acabamento – retirada da umidade e aplicação de tratamentos finais que aprimoram o toque, a aparência e o desempenho do tecido.

Cada uma dessas etapas é direcionada por um gráfico específico, elaborado de acordo com o tipo de tecido e as propriedades dos corantes. Esse gráfico define, por exemplo, o tempo de permanência e o ritmo de elevação da temperatura em cada fase.

As cores claras costumam ser mais fáceis de atingir, pois demandam menor penetração do corante e, portanto, menos tempo e temperaturas mais baixos. Já as tonalidades escuras ou intensas, como azul-marinho, preto e vermelho vivo, exigem um controle mais rigoroso. Isso ocorre porque a maior concentração de corantes e a necessidade de uma penetração profunda nas fibras tornam o processo mais longo e com temperaturas mais elevadas. Nessas condições, qualquer variação pode resultar em manchas, diferenças de tom ou perda de solidez da cor após a lavagem. O uso dos gráficos de tingimento garante a padronização do processo e a qualidade do resultado, permitindo ajustes precisos conforme a combinação de tecido, corante e cor desejada.

Ao analisar esse processo, fica evidente que a água não é apenas um insumo, mas um recurso central para a sua eficiência. A forte dependência hídrica, especialmente nas fases de lavagem e enxágue, reforça a necessidade de adotar práticas que reduzam o consumo e assegurem o tratamento adequado dos efluentes, contribuindo para a sustentabilidade da produção têxtil.

6.3 Poluição hídrica e efluentes industriais têxtil

A poluição hídrica gerada pela indústria têxtil é um dos aspectos mais críticos relacionados ao seu impacto ambiental, devido ao uso intensivo de água em praticamente todas as etapas produtivas que demandam grandes volumes hídricos e, consequentemente, geram efluentes com alta carga poluidora. Esses efluentes possuem composição complexa e variável, o que dificulta sua remoção por métodos convencionais de tratamento (SENAI CETIQT, 2020).

Entre os principais contaminantes presentes destacam-se os corantes sintéticos, que, devido à sua estabilidade química e baixa biodegradabilidade, permanecem nos corpos d'água por longos períodos, alterando parâmetros de qualidade como cor e turbidez. Além disso, sais em altas concentrações, metais pesados como cromo e cobre, solventes, surfactantes e agentes auxiliares de processo também são comuns nos resíduos líquidos do setor (Holkem, C.; Rosa, S.; Oliveira, 2018). Esses compostos podem comprometer a qualidade da água, interferindo em indicadores como demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fundamentais para o equilíbrio aquático.

Para facilitar a compreensão dos principais contaminantes presentes nos efluentes da indústria têxtil, o Quadro 04 abaixo, mostra os produtos químicos auxiliares mais utilizados no tingimento.

Quadro 4- Produtos Químicos Auxiliares utilizados em Tingimentos.

PRODUTOS	COMPOSIÇÃO	FUNÇÃO
Sais	Cloreto de sódio, Sulfato de sódio	Retardantes
Ácidos	Ácido acético, Ácido sulfúrico	Controle de pH
Base	Hidróxido de sódio, carbonato de sódio	Controle de pH
Sequestrantes	Ácido etilenodiaminotetracético	Sequestrar ou capturar íons metálicos
Dispersantes e Surfactantes	Aniônicos, catiônicos e não iônico	Amaciante, dispersantes de corantes
Agentes oxidantes	Peróxido de hidrogênio, Nitrito de sódio	Insolubilizantes de corantes
Agentes redutores	Hidrossulfito de sódio, Sulfeto de sódio	Remoção de corantes não reagidos, solubilizantes
Corantes	Reativos, dispersos, diretos, ácidos, básicos	Conferir cor e propriedades visuais ao tecido

Fonte: Elaboração própria baseado em SENAI CETIQT (2020)

Os impactos não se restringem só ao meio ambiente. A redução do oxigênio dissolvido nos rios, causada pela presença de matéria orgânica e corantes, afeta diretamente a fauna aquática e desequilibra ecossistemas locais. Para a sociedade, os riscos estão relacionados à contaminação de águas superficiais e subterrâneas utilizadas para abastecimento, além do potencial efeito tóxico de alguns compostos sobre a saúde humana (ANA, 2017).

Nesse sentido, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2021) reforça que a gestão hídrica eficiente deve ir além da redução do consumo de água, priorizando também a mitigação dos impactos dos efluentes. A incorporação de tecnologias limpas, o reuso de água nos processos produtivos e a modernização dos sistemas de tratamento são medidas indispensáveis para conciliar a relevância econômica do setor têxtil com a preservação dos recursos naturais.

6.4 Sustentabilidade e gestão hídrica

A sustentabilidade deixou de ser apenas uma tendência e passou a representar um eixo central de transformação na indústria têxtil. O setor, fortemente dependente da água em praticamente todas as etapas produtivas, enfrentando um dilema: continuar crescendo economicamente e atendendo às demandas globais de consumo sem comprometer os recursos hídricos, que são cada vez mais escassos. Nesse contexto, a gestão hídrica surge como um dos principais pilares da sustentabilidade no setor.

A busca por práticas mais responsáveis não se limita apenas à redução do consumo, mas também envolve o reaproveitamento e a recirculação da água utilizada nos processos. Segundo o SENAI CETIQT (2020), empresas que adotam tecnologias de reuso podem reduzir em até 50% a necessidade de captação de água nova, além de diminuir significativamente o volume de efluentes descartados. Esse tipo de medida demonstra que a eficiência hídrica pode caminhar lado a lado com a competitividade industrial.

Para ilustrar esse cenário, o Quadro 05 abaixo apresenta uma comparação entre os volumes médios de água consumidos no tingimento convencional e no tingimento com sistemas de reuso.

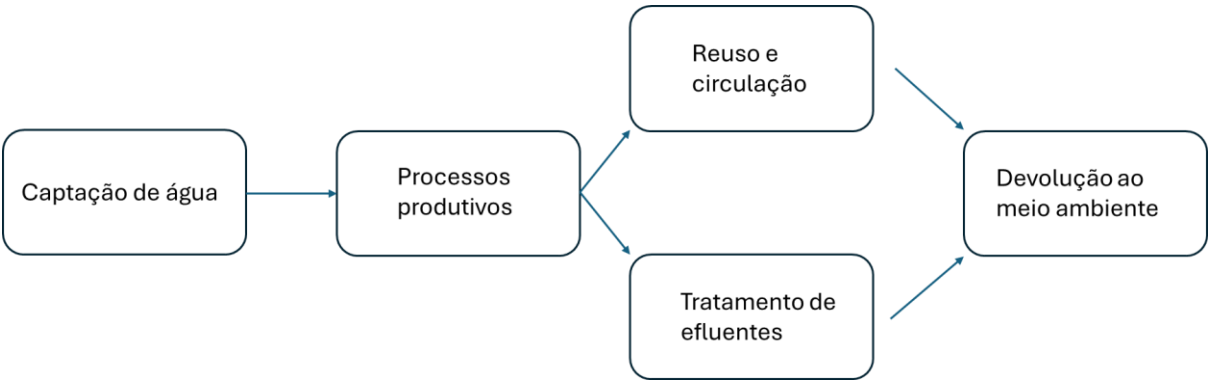
Quadro 5 - Comparativo do consumo de água no processo de tingimento

Processo de Tingimento	Consumo médio de água por kg de tecido	Redução estimada (%)
Convencional (sem reuso)	100 a 150 litros	--
Com sistemas de reuso e otimização	50 a 80 litros	40 a 50%

Fonte: Elaboração própria baseado em SENAI CETIQT (2020); ABIT (2022).

A quadro mostra que a implementação de tecnologias de reuso representa não apenas uma economia de recursos naturais, mas também a possibilidade de reduzir custos operacionais e atender à pressão crescente por práticas mais sustentáveis. Além disso, há iniciativas relacionadas à substituição de insumos químicos nocivos por alternativas biodegradáveis, capazes de diminuir a toxicidade dos efluentes e facilitar seu tratamento (ABIT, 2022). Para ilustrar esse processo de forma mais clara, apresenta-se a seguir um fluxograma simplificado do ciclo hídrico na indústria têxtil, evidenciando as etapas de captação, uso, reuso e tratamento da água.

Figura 3 - Fluxo simplificado da gestão hídrica na indústria têxtil



Fonte: Elaboração própria baseado em SENAI CETIQT (2020); ABIT (2022).

O fluxograma representa as principais etapas do ciclo da água dentro da indústria têxtil. Após a captação, a água é direcionada para os processos produtivos, como tingimento, lavagem e acabamento. Parte desse volume pode ser recirculado por sistemas de reuso, enquanto outra parcela segue para as estações de tratamento de efluentes. Ao final, a água tratada é devolvida ao meio ambiente, atendendo aos parâmetros legais de qualidade. Esse ciclo evidencia a importância de integrar consumo, reuso e tratamento para reduzir impactos ambientais e promover a sustentabilidade no setor (ABIT, 2022)

Outro aspecto relevante é a incorporação de sistemas de automação e monitoramento em tempo real. Tais tecnologias permitem acompanhar variáveis críticas, como temperatura, pH e condutividade, evitando desperdícios e possibilitando ajustes imediatos nos processos. Isso contribui para uma produção mais previsível, eficiente e ambientalmente responsável (ABIMAQ, 2019).

A discussão sobre sustentabilidade no setor têxtil também se conecta a uma dimensão social e global. A Agenda 2030 da ONU, em seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (ODS 6), destaca a importância de assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos, estabelecendo um compromisso que transcende fronteiras nacionais (ONU, 2015). Para a indústria têxtil, isso significa não apenas cumprir legislações locais, mas também alinhar-se a diretrizes internacionais que buscam garantir a preservação da água para as próximas gerações.

Diante desse cenário, fica evidente que a sustentabilidade e a gestão hídrica no setor têxtil não devem ser vistas como custos adicionais, mas como investimentos estratégicos. A adoção de práticas inovadoras, aliada à responsabilidade ambiental, permite que a indústria continue crescendo de forma competitiva e, ao mesmo tempo, contribua para um futuro em que desenvolvimento econômico e preservação dos recursos naturais caminhem juntos.

6.5 Normas técnicas e legislações ambientais aplicada à indústria têxtil

A crescente pressão por práticas sustentáveis tem levado a indústria têxtil a adotar não apenas tecnologias mais limpas, mas também sistemas de gestão que atendam a normas e legislações ambientais. Essas regulamentações, nacionais e internacionais, orientam as empresas sobre padrões mínimos de qualidade, eficiência e responsabilidade socioambiental, garantindo que a produção têxtil ocorra de forma menos agressiva ao meio ambiente e mais alinhada às exigências do mercado global. No cenário internacional, destaca-se a ISO 14001, norma que estabelece requisitos para a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Sua aplicação permite que as indústrias têxteis monitorem indicadores ambientais, como consumo de água e energia, emissão de poluentes e descarte de efluentes (ABNT, 2015). A ISO 9001, por sua vez, está ligada à gestão da qualidade, sendo amplamente aplicada no setor para garantir padronização dos processos e melhoria contínua (ABNT, 2015b). Ambas, quando implementadas em conjunto, fortalecem a competitividade da indústria, agregando valor à sua imagem e facilitando a inserção em mercados internacionais.

Outra certificação de grande relevância é o Oeko-Tex Standard 100, que garante que os produtos têxteis não contenham substâncias nocivas à saúde humana, como metais pesados, pesticidas ou corantes cancerígenos (OEKO-TEX, 2021). Essa norma está fortemente associada ao conceito de consumo consciente e reforça a confiança do consumidor na segurança do produto. No Brasil, a conformidade ambiental é regulamentada por legislações como a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e pelas Resoluções do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que definem limites de lançamento de efluentes em corpos d'água e padrões de qualidade ambiental (BRASIL, 1981; CONAMA, 2011). Além disso, a Agência Nacional de Águas (ANA) desempenha papel estratégico na regulação do uso e monitoramento dos recursos hídricos, especialmente em setores intensivos como o têxtil (ANA, 2021). Para sintetizar as principais normas e legislações aplicáveis ao setor, o Quadro 6 apresenta uma comparação entre seus objetivos e áreas de aplicação:

Quadro 6 - Normas e legislações ambientais aplicáveis à indústria têxtil

Norma/Legislação	Aplicação principal	Benefícios para a indústria têxtil
ISO 14001 (SGA)	Gestão ambiental: monitoramento de impactos e uso de recursos	Redução de desperdícios, eficiência no uso da água e energia
ISO 9001 (Qualidade)	Padronização e melhoria contínua de processos	Maior confiabilidade e competitividade no mercado
Oeko-Tex Standard	Verificação de substâncias nocivas em produtos têxteis	Segurança do consumidor e valorização de marca
Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981)	Diretrizes para preservação ambiental no Brasil	Base legal para fiscalização e cumprimento ambiental
Resoluções CONAMA	Limites para descarte de efluentes e emissões	Redução da poluição hídrica e atmosférica
Regulamentações ANA	Gestão e monitoramento do uso da água	Uso racional e sustentável de recursos hídricos

Fonte: Elaboração própria baseada em ABNT (2020); OEKO-TEX (2021); CONAMA (2011); ANA (2021).

A integração entre normas técnicas e legislações ambientais representa, portanto, não apenas uma exigência regulatória, mas também uma oportunidade para o setor têxtil se posicionar de maneira mais responsável e estratégica. Empresas que investem em certificações e cumprem rigorosamente a legislação tendem a alcançar maior credibilidade no mercado, ao mesmo tempo em que reduzem riscos ambientais e sociais associados à sua atividade produtiva (ECOCERT, 2023).

7 METODOLOGIA

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa e foi conduzida ao longo de 30 dias, período em que foi possível acompanhar de perto o funcionamento da indústria têxtil estudada e observar, por cerca de duas horas diárias, a rotina do setor de tingimento. Esse acompanhamento ajudou a compreender tanto as práticas sustentáveis aplicadas ao uso, tratamento e reuso da água quanto as dificuldades reais enfrentadas no dia a dia.

O método foi estruturado em três etapas complementares. A primeira consistiu em uma revisão bibliográfica baseada em autores que tratam de sustentabilidade industrial, gestão ambiental e processos têxteis. Essa fase forneceu o suporte teórico necessário, ajudando a identificar conceitos relevantes e a situar o tema dentro do cenário mais amplo da sustentabilidade na indústria.

A segunda etapa envolveu o estudo de campo, realizado diretamente na unidade fabril analisada. A observação diária permitiu acompanhar de forma contínua o processo de tingimento por esgotamento, identificar pontos críticos do consumo de água e entender como o tratamento e o reuso são aplicados na prática. Esse contato direto trouxe uma visão mais concreta das operações, dos ajustes necessários durante o processo e dos desafios operacionais enfrentados pela equipe.

A terceira etapa foi composta por uma entrevista semiestruturada com o químico responsável, profissional que atua há mais de 30 anos na fábrica nesse mesmo setor. A entrevista foi dividida em dois momentos: o primeiro ocorreu antes das análises de campo, buscando compreender a estrutura geral do processo, os métodos de tratamento utilizados e a visão técnica sobre o reuso da água; o segundo foi realizado após o término das observações, permitindo aprofundar percepções, esclarecer pontos específicos identificados ao longo do mês e discutir possibilidades futuras de ampliação do reuso.

A integração entre revisão teórica, acompanhamento diário e entrevista em duas etapas permitiu uma análise abrangente, conectando o conhecimento técnico à prática cotidiana. Esse conjunto fortaleceu a compreensão sobre o papel da gestão da água na indústria têxtil e evidenciou os avanços e desafios presentes no caminho da sustentabilidade hídrica.

8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho apresenta os resultados deste estudo conduzido em uma indústria têxtil de grande porte localizada em Araraquara-SP, obtidos a partir de entrevista semiestruturada com o responsável técnico e da análise de documentos institucionais disponibilizados pela empresa. O objetivo da investigação foi compreender como a organização tem incorporado práticas de sustentabilidade em seu processo produtivo, com ênfase no uso eficiente da água, no reuso, no tratamento de efluentes, na gestão de insumos químicos e na adoção de tecnologias limpas. Dessa forma, o estudo contribui para compreender como a indústria têxtil pode conciliar eficiência produtiva, conformidade regulatória e responsabilidade socioambiental, destacando avanços, desafios e oportunidades de melhoria identificados no caso analisado.

8.1 Consumo de água e reuso

A empresa tem adotado tecnologias e práticas voltadas para reduzir o consumo de água e melhorar a gestão de efluentes, com destaque para a introdução de fios pré-pigmentados na linha de produtos Sport. Essa inovação elimina a etapa de tingimento tradicional, resultando em uma redução significativa do uso de água, vapor e insumos químicos, contribuindo para a redução de 15% do uso de energia térmica por quilo de matéria-prima, com impacto direto na pegada de carbono.

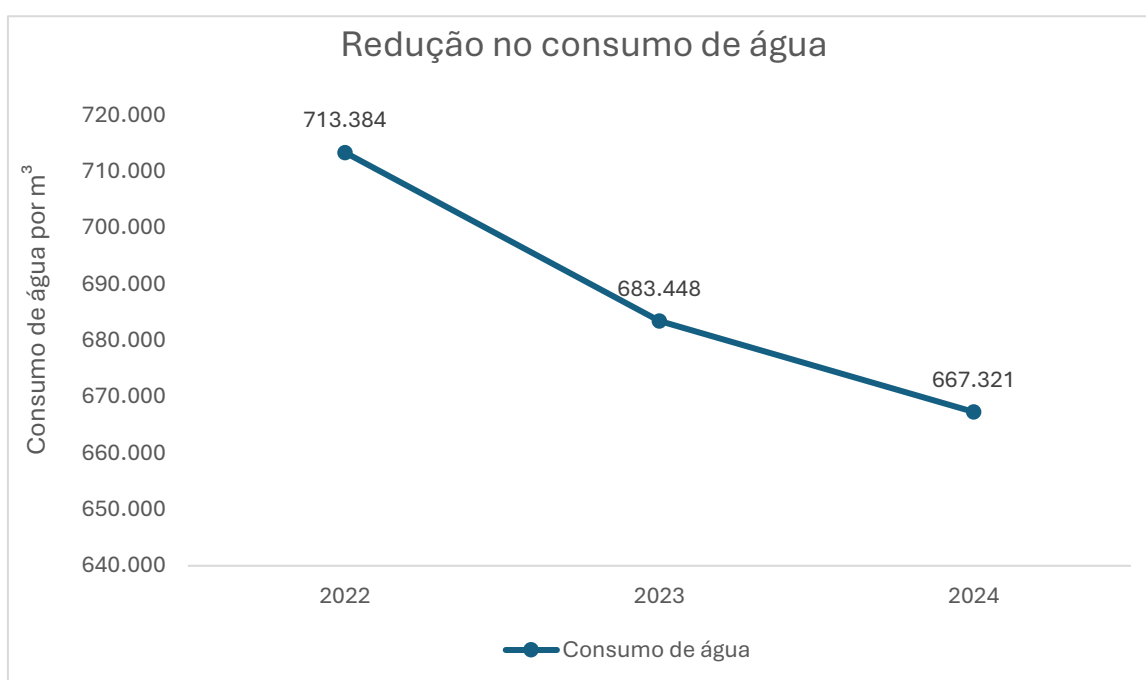
Além de trazer ganhos ambientais expressivos, essa mudança também impacta positivamente a eficiência produtiva, já que o processo de coloração se torna mais simples e sustentável. Os resultados já demonstram um potencial de economia de até 50% no consumo de água nessas linhas e a estratégia está sendo gradualmente expandida para outros segmentos de produtos.

Também vale destacar que alguns processos de tingimento passaram por mudanças relevantes. A empresa possui sistema de reuso implantado, incluindo a reutilização do banho de tingimento, prática considerada inovadora e de elevado potencial econômico e ambiental. Além disso, procedimentos que antes chegavam a durar até oito horas, consumindo grandes volumes de água em várias etapas, foram otimizados, reduzindo tanto o tempo de produção quanto a quantidade de água utilizada, sem comprometer a qualidade final do produto nem os padrões técnicos exigidos. Essas adaptações reforçam a busca por eficiência hídrica e inovação no setor.

A indústria estudada também monitora anualmente o consumo hídrico em função do volume utilizado por quilo de produção, sendo as tinturarias, os banheiros, a limpeza e a jardinagem os principais pontos de demanda. Em 2024, o consumo consolidado da companhia

alcançou 1.178.153 m³, com captação a partir de diferentes fontes, incluindo o Aquífero Guarani, o Rio Cachoeira e fornecimento de concessionárias locais. A unidade de Araraquara, principal polo fabril, apresentou redução contínua, passando de 713.384 m³ em 2022 para 667.321 m³ em 2024, o que representa uma queda de aproximadamente 6,5% no volume utilizado. Esse resultado demonstra um avanço no compromisso com a eficiência hídrica, ainda que a ausência de monitoramento diário limite uma gestão mais detalhada e precisa, evitando falhas operacionais. O gráfico 3 mostra a redução contínua no uso da água dentro da empresa.

Gráfico 3 - Evolução do consumo de água – Unidade Araraquara



Fonte Autoria própria baseada nos dados da entrevista (2025)

8.2 Tratamento de Água

Toda água utilizada nos processos industriais passa por Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs) própria, que asseguram a qualidade do efluente devolvido ao meio ambiente. O monitoramento é feito de forma contínua, com análises diárias realizadas por equipes técnicas da própria empresa e empresas terceirizadas, acompanhando parâmetros como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), pH, cor e turbidez. Além disso, mensalmente são conduzidas análises complementares em laboratórios credenciados pelo INMETRO e pelo DAAE. Em Araraquara, os procedimentos seguem o Decreto nº 8.468, artigo 19A, da CETESB, enquanto as demais unidades atendem às exigências da Resolução CONAMA nº 430/2011 e da Resolução COEMA nº 02/2017, que determinam

padrões rigorosos para substâncias prioritárias, como nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, metais pesados, coliformes, sólidos suspensos e sedimentáveis.

Atualmente, cerca de 90% da água utilizada passa por tratamento em suas estações, mas apenas 40% desse volume retorna ao processo produtivo como reuso. A meta, no entanto, é ampliar gradualmente esse índice até alcançar 90% de reaproveitamento, em sintonia com o ODS 6 da ONU, que trata de água potável e saneamento. Esse tratamento é realizado por meio da combinação de processos físico-químicos, como coagulação, floculação, decantação e filtração, que garantem eficiência na remoção de impurezas.

Outro ponto de avanço é a rastreabilidade do uso da água por processo e tipo de produto, feita por meio de um sistema de indicadores que monitora tanto o consumo absoluto quanto o específico por quilo de matéria-prima, além do volume de efluente tratado. Essa abordagem permite identificar oportunidades de eficiência, estabelecer metas alinhadas ao cenário de estresse hídrico da região e fortalecer o compromisso da empresa com a gestão sustentável da água.

8.3 Gestão de insumos químicos

Na gestão química, a empresa adota apenas insumos certificados pelos selos Zero Discharge of Hazardous Chemicals (ZDHC) e OekoTex-100. Seus fornecedores devem comprovar conformidade com a MRSL (Manufacturing Restricted Substances List), lista internacional de substâncias proibidas ou restritas no processo produtivo, mesmo que não estejam presentes no produto.

Esse rigor é reforçado pelo monitoramento contínuo de efluentes e resíduos líquidos, pela homologação de fornecedores com exigência de fichas técnicas e pela capacitação constante das equipes em segurança química e ocupacional. Tais práticas estão em sintonia com padrões internacionais de sustentabilidade química e refletem uma gestão preventiva, essencial em um setor que historicamente apresenta altos índices de poluição hídrica.

8.4 Biodiversidade e preservação ambiental

Outro aspecto observado foi a preservação de 339.817 m² de áreas verdes em Araraquara e Dourado, destinadas à proteção da Mata Atlântica. Além da função ecológica, essas áreas atuam como barreiras naturais contra poluição sonora e atmosférica, reforçando a relação entre biodiversidade e práticas industriais sustentáveis.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta pesquisa evidenciam que a gestão sustentável da água na indústria têxtil deixou de ser uma tendência e tornou-se uma necessidade estratégica e ambiental. A empresa analisada demonstra avanços expressivos na adoção de práticas responsáveis, como a redução do consumo hídrico, o tratamento eficiente dos efluentes e a introdução de tecnologias que permitem o reuso da água. Esses esforços mostram que é possível equilibrar produtividade industrial, rentabilidade e compromisso socioambiental.

A implementação de processos inovadores, como o reuso do banho de tingimento e o uso de fios pré-pigmentados, reduziu significativamente o uso de água, energia e insumos químicos, reforçando o potencial da inovação como aliada da sustentabilidade. Além disso, o tratamento de efluentes com eficiência de cerca de 90% e o compromisso em ampliar o índice de reaproveitamento da água até o mesmo patamar demonstram o alinhamento da empresa aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o ODS 6 - Água Potável e Saneamento e o ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis.

Apesar dos resultados positivos, ainda existem desafios importantes. O monitoramento anual do consumo hídrico limita a precisão da gestão e reduz a capacidade de resposta a variações diárias ou mensais. A adoção de tecnologias digitais de controle em tempo real e o investimento em fontes de energia renovável e reaproveitamento térmico representam oportunidades de evolução e maior integração com o conceito de economia circular.

Por fim, este estudo reforça que a sustentabilidade hídrica na indústria têxtil deve ser vista não apenas como uma exigência ambiental, mas como um diferencial competitivo e um compromisso ético com as futuras gerações. Cada medida de reuso, cada litro de água economizado e cada processo otimizado representam avanços concretos na construção de um setor têxtil mais responsável, inovador e com benefícios sociais e ambientais contribuindo para um futuro mais equilibrado.

REFERÊNCIA

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Eficiência energética na indústria: práticas e tecnologias**. São Paulo: ABIMAQ, 2019. Disponível em: <https://www.abimaq.org.br>. Acesso em: 29 jul. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas** – Volume 2: Tratamento e lançamento de Esgotos. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana>. Acesso em: 06 jul. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Estudo da ANA aborda uso da água no setor industrial**. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/estudo-da-agencia-nacional-de-aguas-aborda-uso-da-agua-no-setor-industrial>. Acesso em: 07 jun. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Base Nacional de Referência de Usos Consuntivos da Água – BD-Usos**. Brasília: ANA, 2023. Disponível em: <https://dados.ana.gov.br>. Acesso em: 06 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (ABIT). **Indústria Têxtil e de Confecção: panorama setorial**. São Paulo: ABIT, 2022. Disponível em: <https://www.abit.org.br>. Acesso em: 07 jun. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO (ABIT). **Panorama da indústria têxtil e de confecção brasileira**. São Paulo: ABIT, 2023. Disponível em: <https://www.abit.org.br>. Acesso em: 07 jun. 2025.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. **Política Nacional do Meio Ambiente**. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/.../lei-6938-31-agosto-1981>. Acesso em: 9 set. 2025.

BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Poluentes atmosféricos e consumo energético na indústria**. Brasília: MMA, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/mma>. Acesso em: 10 set. 2025.

BROTHER SOLUÇÕES. **Mercado têxtil brasileiro em 2025: tendências e oportunidades**. Brother Soluções, 2025. Disponível em: <https://solucoes.brother.com.br/mercado-textil-brasileiro-2025>. Acesso em: 30 ago. 2025.

CAMARGO, M. E. **Gestão ambiental: responsabilidade social e empresarial**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

CONAMA. Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. **Condições e padrões de lançamento de efluentes**. Disponível em: <https://www.gov.br/.../resolucao-430-2011.pdf>. Acesso em: 9 set. 2025.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Água na indústria: levantamento nacional sobre o uso de água e boas práticas**. Brasília: CNI, 2020. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br>. Acesso em: 05 jul. 2025.

COSTA, M. C.; FARIAS, M. A.; VASCONCELOS, J. R. A. Indústria têxtil e os impactos da globalização no consumo de recursos hídricos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, v. 14, n.1, p.89–105, 2020. Disponível em: www.gvaa.com.br/revista/index.php/RBFH/article/view/10199?utm_source. Acesso em 10 abr. 2025.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Produção da indústria têxtil e de confecção deve crescer em 2025**. Diário do Comércio, 2025. Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/producao-industria-textil-confeccao-deve-crescer-2025/>. Acesso em: 02 set. 2025.

ECOCERT. **Entenda por que a sustentabilidade nas indústrias hoje guia o mercado**. Blog Ecocert Brasil, 24 abr. 2023. Disponível em: <https://www.ecocert.com/pt-BR/artigo/5092009>. Acesso em: 01 ago. 2025.

FORMIGA, M. V. A. Moda sustentável: análise dos impactos ambientais causados pela indústria têxtil e possíveis soluções. **Revista Educamazônia**, v. 15, n. 36, p. 370–386, 2021. Disponível em: www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/educamazonia/article/view/15673. Acesso em: 04 Abr 2025.

GOTEXSHOW. FEIRA INTERNACIONAL DE PRODUTOS TÊXTEIS (2017). Disponível em: <http://gotexshow.com.br/mercado/>. Acesso em 09 jun. 2025.

HOLKEM, C.; ROSA, S.; OLIVEIRA, J. **Impactos ambientais da indústria têxtil: desafios e perspectivas para a sustentabilidade**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 7, n. 2, p. 694-711, 2018.

INMETRO. CERTIFIQ: **Sistema de gerenciamento de certificados ISO 9001 e ISO 14001**. Disponível em: <https://www.gov.br/inmetro/.../certifiq...>. Acesso em: 9 set. 2025.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Prentice Hall, 2009.

NEOMONDO. **Uso da água na indústria**. São Paulo: Portal Neomondo, 2017. Disponível em: <https://neomondo.org.br/2017/09/16/uso-da-agua-na-industria>. Acesso em: 09 jul. 2025.

OEKO-TEX. **Standard 100 by Oeko-Tex: requisitos atualizados de substâncias nocivas em produtos têxteis**. Zurique: OEKO-TEX, 2020/2021. Disponível em: <https://www.oeko-tex.com>. Acesso em: 01 set. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2023**. Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: www.unesco.org/reports/wwdr. Acesso em: 14 Abr 2025.

SENAI CETIQT. **Gestão hídrica na indústria têxtil: tecnologias limpas e práticas sustentáveis.** Documento Técnico Interno. Rio de Janeiro: SENAI, 2020.

SENAI CETIQT. **Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Centro de Tecnologia da Indústria Química e Têxtil. Operações de tingimento em sistemas automatizados.** Documento Técnico Interno. Rio de Janeiro: SENAI CETIQT, 2021.

SILVA, Aline da. O modelo de produção fast fashion na ótica da sustentabilidade. **Revista Variação e Diversidade**, v.1, n.1, p.1–15, 2021. Disponível em: www.scielo.br/j/vd/a/rHSTTT736dw5gDj43LnKGZt/. Acesso em: 04 Abr 2025.

SOUZA, J. A. **Sustentabilidade e responsabilidade ambiental nas organizações.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.

TACHIZAWA, T. **Gestão ambiental e responsabilidade social corporativa.** São Paulo: Atlas, 2004.

TOWNSEND, C. R.; BEGON, M.; HARPER, J. L. **Fundamentos em ecologia.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

APÊNDICE

Apêndice A – Roteiro de entrevista com o químico responsável da indústria têxtil

Este apêndice apresenta o roteiro de entrevista utilizado na pesquisa, aplicada ao químico responsável da indústria têxtil localizada em Araraquara-SP. A entrevista teve como objetivo compreender o consumo de água, os processos de tingimento, o sistema de tratamento de efluentes e as práticas de reuso implementadas pela empresa, com foco na sustentabilidade hídrica.

As perguntas foram elaboradas de forma semiestruturada, permitindo respostas abertas para que o entrevistado pudesse detalhar aspectos técnicos, operacionais e ambientais do processo produtivo.

Roteiro da Entrevista

1. Qual é o consumo médio de água da fábrica por mês ou por ano?
2. Quais são as principais etapas produtivas que demandam maior volume de água?
3. A fábrica possui indicadores de consumo específico (litros por quilo de tecido produzido)?
4. Existem ações internas para reduzir o desperdício de água em áreas não produtivas, como banheiros e jardinagem?
5. Quais são as fontes de captação de água utilizadas pela fábrica (rede pública, poços, rios etc.)?
6. Existe medição diferenciada entre a água captada e a água efetivamente consumida no processo produtivo?
7. Que percentual da água utilizada atualmente é reaproveitada nos processos de tingimento e lavagem?
8. Há planos para ampliar a taxa de reuso de água tratada?
9. Qual é a composição típica dos efluentes gerados (corantes, sais, metais pesados etc.)?
10. O volume de efluentes acompanha diretamente o volume de produção ou há fatores sazonais que influenciam?
11. Há monitoramento contínuo da qualidade dos efluentes antes do descarte?
12. Quais são as etapas envolvidas no sistema de tratamento de efluentes da fábrica?
13. Qual é a eficiência média do sistema de tratamento atualmente em operação?
14. O lodo ou resíduo sólido gerado no tratamento recebe destinação ambientalmente adequada?
15. Quais são os principais impactos ambientais identificados pela fábrica no uso da água?
16. Existem programas internos ou metas para reduzir a pegada hídrica da produção?
17. Como a fábrica garante que os efluentes tratados estejam dentro dos padrões legais de descarte?
18. Quais legislações ambientais específicas regem o controle de efluentes e o consumo de água da fábrica?
19. Existe auditoria interna ou externa periódica para verificar a conformidade com essas legislações?
20. Que inovações tecnológicas já foram implantadas ou estão em estudo para reduzir o consumo de água e melhorar a eficiência do tratamento de efluentes?