



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CAMPUS AGRESTE  
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE  
CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

MARCELO FABRÍCIO ARAÚJO

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E AS LAVANDERIAS TÊXTEIS DO AGRESTE  
PERNAMBUCANO:** desenvolvimento de um material paradidático com abordagem  
CTS baseado em QSC

CARUARU  
2024

MARCELO FABRÍCIO ARAÚJO

**ALFABERIZAÇÃO CIENTÍFICA E AS LAVANDERIAS TÊXTEIS DO AGRESTE  
PERNAMBUCANO:** desenvolvimento de um material paradidático com abordagem  
CTS baseado em QSC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em química.

**Área de concentração:** Ensino de Química.

**Orientador:** Prof. Dr. Roberto Araújo Sá

**Coorientador:** Prof. Dr. Rogério Ferreira da Silva

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

ARAÚJO, Marcelo Fabrício.

Alfabetização científica e as lavanderias têxteis do Agreste Pernambucano:  
Desenvolvimento de um material paradidático com abordagem CTS baseado  
em QSC / Marcelo Fabrício ARAÚJO. - Caruaru, 2024.

126 p.

Orientador(a): Roberto Araújo SÁ

Coorientador(a): Rogério Ferreira da SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Química - Licenciatura, 2024.

1. Ensino de Química. 2. Material Paradidático. 3. Abordagem Ciência,  
Tecnologia e Sociedade. 4. Questões Sociocientíficas . 5. Alfabetização Científica.  
I. SÁ, Roberto Araújo. (Orientação). II. SILVA, Rogério Ferreira da.  
(Coorientação). IV. Título.

370 CDD (22.ed.)

MARCELO FABRÍCIO ARAÚJO

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E AS LAVANDERIAS DO AGRESTE  
PERNAMBUCANO:** desenvolvimento de um material paradidático com abordagem  
CTS baseado em QSC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, na modalidade de monografia, como requisito parcial para a obtenção do grau de licenciado em química.

Aprovada em: 28/03/2024

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Roberto Araújo Sá (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof. Dr. João Roberto Ratis Tenório da Silva (Examinador Externo)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Jainaldo Alves da Costa (Examinador Externo)  
Universidade Federal de Pernambuco

CARUARU  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) representa o fim de um ciclo muito importante na minha vida profissional e o início de outro ainda mais importante. Dentre todos os percalços durante a graduação e na execução deste trabalho, a mim será feito o primeiro agradecimento, por não ter seguido muitas vezes o desejo de abandonar, mas persistir no desejo de se manter firme, o qual no fim prevaleceu, pois este trabalho representa um passo pequeno para um objetivo ainda maior.

Agradeço à minha família em especial a minha mãe por sempre acreditar em mim e me incentivar na minha trajetória. Aos meus amigos que ganhei durante a graduação, Adelia, Bruno, Camile, Filipe, Guilherme, Izabel, Katielly, Renata e Viviane, por contribuírem para que esse percurso fosse mais fácil e divertido, e por me presentarem com algo inestimável, suas amizades. Aos meus amigos Ramon e Nayra, pelo apoio e incentivo, por estarem comigo sempre. Ao meu professor e amigo Rogério, por me incentivar a seguir o caminho da química, pelos conselhos, pelas risadas e por ser meu referencial como professor e pesquisador.

Ao meu orientador Prof. Roberto por me aceitar como seu orientando tendo em vista as circunstâncias, a Prof. Ana Paula pelas dicas e direcionamento durante as disciplinas de TCC 1 e 2.

A todos aqueles que contribuírem diretamente ou indiretamente durante esse processo formativo, meu muito obrigado.

- Qual a sua mensagem para a Terra, Bilu?  
-Apenas que busquem conhecimento” (ET Bilu, 2010)

## RESUMO

A necessidade de conhecer as problemáticas locais é de extrema importância para os cidadãos, pois a partir do entendimento dessa realidade promove uma participação cidadã mais efetiva. Especialmente frente aos desafios sociais e ambientais tão presentes na região do Agreste Pernambucano. Devido ao papel de extrema importância no qual as lavanderias têxteis representam para o polo de confecções, presente na região do Agreste Pernambuco, é necessário um posicionamento crítico sobre as suas atuações. Para isso, destaca-se a necessidade de promover a alfabetização científica e tecnológica, com o objetivo de desenvolver uma compreensão mais crítica sobre os impactos das escolhas dos indivíduos, baseado nas propostas das questões sociocientíficas (QSC) e da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Com isso este trabalho tem como objetivo desenvolver um material paradidático sobre as lavanderias têxteis, utilizando as QSC's para integrar novos conhecimentos e tomada de decisões e a abordagem CTS para atingir a alfabetização científica, relacionando-as com o contexto no qual os alunos do Agreste Pernambucano estão inseridos. Para atingir esse objetivo foi desenvolvido uma pesquisa sobre a temática das lavanderias têxteis e elaborado eixos estruturantes que nortearam o desenvolvimento do material, podendo assim, compreender as QSC, CTS e os conceitos químicos. A combinação dessas propostas visa integrar o conhecimento científico com questões sociais, ambientais, políticas e econômicas, dando condições para que os alunos do ensino médio possam desenvolver uma participação mais ativa na sociedade, possibilitando alcançar habilidades de uma alfabetização científica.

**Palavras-chave:** CTS; Questões Sociocientíficas; QSC; lavanderias têxteis; material paradidático.

## **ABSTRACT**

The need to know local issues is extremely important for citizens, as understanding this reality promotes more effective citizen participation. Especially in view of the social and environmental challenges so present in the Agreste Pernambucano region. Due to the extremely important role that textile laundries play for the clothing hub, present in the Agreste Pernambuco region, a critical stance on their actions is necessary. To this end, the need to promote scientific and technological literacy stands out, with the aim of developing a more critical understanding of the impacts of individuals' choices, based on the proposals of socio-scientific issues (SSI) and the Science, Technology and Society approach (STS). Therefore, this work aims to develop educational material on textile laundries, using SSI's to integrate new knowledge and decision-making and the STS approach to achieve scientific literacy, relating them to the context in which students from Agreste Pernambucano are inserted. To achieve this objective, research was carried out on the subject of textile laundries and structuring axes were developed that guided the development of the material, thus enabling us to understand the SSI, STS and chemical concepts. The combination of these proposals aims to integrate scientific knowledge with social, environmental, political and economic issues, providing conditions for high school students to develop a more active participation in society, enabling them to achieve scientific literacy skills.

**Keywords:** STS; Socioscientific Issues; SSI; textile laundries; educational material.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVO.....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1	ABORDAGEM CTS.....	16
3.2	ABORDAGEM CTS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	18
3.3	ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	19
3.4	QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	24
3.5	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	26
3.6	PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO NO ENSINO DE QUÍMICA.....	31
3.7	LAVANDERIAS TÊXTEIS.....	35
3.8	SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA.....	38
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>42</b>
4.1	PRODUÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO.....	42
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>44</b>
5.1	CARACTERIZAÇÃO E ELABORAÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO.....	45
5.2	EIXOS ESTRUTURANTES DO PARADIDÁTICO.....	51
<b>5.2.1</b>	<b>Questões sociocientíficas como base para o CTS.....</b>	<b>51</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Conceitos químicos abordados no material paradidático.....</b>	<b>53</b>
5.2.2.1	Ligações químicas.....	54
5.2.2.2	Interações intermoleculares.....	55
5.2.2.3	Estruturas químicas.....	56
5.2.2.4	Classificação das substâncias.....	57
5.2.2.5	Concentração.....	57
5.2.2.6	Algumas reações químicas.....	58
5.2.2.7	Separação de misturas.....	59
5.3	CONTRIBUIÇÕES PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA.....	59
5.4	PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	61

<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>65</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE A – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>75</b>
	<b>APÊNDICE B – CAPÍTULO 01.....</b>	<b>79</b>
	<b>APÊNDICE C – CAPÍTULO 02.....</b>	<b>90</b>
	<b>APÊNDICE D – CAPÍTULO 03.....</b>	<b>98</b>
	<b>APÊNDICE E – CAPÍTULO 04.....</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE F – CAPÍTULO 05.....</b>	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE G – SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....</b>	<b>120</b>
	<b>APÊNDICE H – EXPERIMENTO SOBRE POA'S.....</b>	<b>124</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Reconhecer a problemática local na qual estamos inseridos é fundamental para que possamos como cidadãos compreender e se envolver com a realidade social e ambiental, isto se dá através da complexidade que o mundo atual se encontra, pois além desta necessidade de reconhecimento é necessário interferir de forma crítica na tomada de decisões sobre o cotidiano que nos cerca.

A partir da necessidade do conhecimento da realidade na qual estamos inseridos, juntamente com a evolução de tecnologias industriais e suas consequências para o meio ambiente e para a população, observou-se a necessidade em disseminar a alfabetização científica e tecnológica (ACT).

A ACT, tem como objetivo de melhorar a compreensão do mundo atrelado a uma postura crítica em relação aos acontecimentos do cotidiano, levando em conta aspectos históricos e epistemológicos. Essa alfabetização pode se dar através de diversas maneiras, porém, duas serão destacas neste trabalho, a primeira é a partir da utilização de questões sociocientíficas no ensino de química. As questões sociocientíficas representam uma abordagem inovadora para a educação de ciências pois permitem a discussão de problemáticas que podem sugerir tomadas de decisões, possibilitando diferentes inferências relacionadas a fatos científicos, sociais, políticos e culturais (Bouzon *et al.*, 2018; Schnetzler, 2011; Yager, 1996).

A outra maneira que permite a ACT é através da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), no qual fundamentado na necessidade da tomada de decisão juntamente com valores vinculados aos interesses coletivos, trazem questionamentos aos modelos e valores do desenvolvimento científico presentes na nossa sociedade. A abordagem CTS traz consigo um novo formato curricular associado a uma nova concepção para o ensino de ciências e tecnologias, o qual considera os contextos social e cultural dos conhecimentos científicos e tecnológicos a serem integrados ao longo do processo de ensino-aprendizagem, o que leva a uma formação com um compromisso para o exercício da cidadania (Luz, 2017; Santos, 2007), mostrando-se uma alternativa ao atual modelo de ensino.

O ensino de ciências com um compromisso que foca somente na compreensão de conceitos, atrelado a visão pessimista dos alunos sobre a disciplina, sem vínculo com os problemas e decisões que permeiam a sociedade não promove uma consciência crítica, por isto que a abordagem CTS possibilita o abandono dos modelos

focados apenas na transmissão, adotando uma perspectiva construtiva de caráter social que tem o objetivo de preparar os alunos para assumirem um papel mais dinâmico na sociedade.

Essa aproximação do entendimento de conceitos e problemáticas vivenciadas no dia a dia pode favorecer discussões sobre problemáticas ambientais, proporcionando ao aluno a apropriação de conceitos científicos e tecnológicos para que ele possa conquistar sua participação na sociedade tecnocientífica através da análise de forma crítica da realidade na qual está inserido. O contexto do Agreste Pernambuco em relação a produção de *jeans* e seu beneficiamento por parte das lavanderias têxteis é algo muito presente na realidade dos alunos Agrestinos do ensino médio.

A abordagem do tema lavanderias têxteis apresenta relevância ao ensino de química por possibilitar debates vinculados às questões sociocientíficas como também a perspectiva CTS. A escolha de tratar o beneficiamento do *jeans* através das lavanderias se dá pela possibilidade de abordar questões referentes aos contextos socioculturais e econômicos do Agreste Pernambucano, a importância do *jeans* no desenvolvimento da região, a utilização de tecnologias e o impacto dessas tecnologias nas relações de trabalho, meio ambiente e economia local, assim como, a produção dos efluentes têxteis gerados nos processos de beneficiamento do *jeans* e seus possíveis tratamentos.

A escolha do tema é motivada por alguns fatores, o primeiro, pela grande importância do setor têxtil para a região do Agreste Pernambucano, responsável pela maior parte da geração de renda dos municípios que compõem o Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano (ALCAPE).

O segundo fator, o ensino de química tem sido centrado no uso do livro didático, com a reprodução dos conteúdos programáticos, utilizando-o muitas vezes como o único objeto de estudo e fonte de pesquisa, com uma utilização limitada e antagônica à realidade do aluno, isto se dá por alguns motivos como a produção em escala nacional, por ser um modelo padronizado para atender diretrizes curriculares. Sendo incapaz de tratar uma problemática local muito característica de uma determinada região (Nascimento *et al.*, 2019; Schnetzler, 2013)

O terceiro fator, a posição estratégica do campus do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco localizado no epicentro dessa temática e vendo como isto é pouco abordado e com pouco direcionamento para o ensino, apesar de possuir o

curso de química-licenciatura o qual poderia contribuir para uma maior relação entre a problemática e a realidade dos alunos, atrelando a química às questões ambientais possibilitando a articulação de metodologias e recursos didáticos alternativos. Podendo exercer parcerias entre os grupos de pesquisa que trabalham a temática têxtil dos cursos de Engenharia Civil e Design de Moda do próprio campus.

A partir dessa discussão, este trabalho tem como problema de pesquisa buscar compreender: **Como um material paradidático que relacione QSC e o abordagem CTS que aborde as lavanderias têxteis do Agreste Pernambucano pode contribuir para uma alfabetização científica?**

Com o auxílio da abordagem CTS atrelado às QSC, o aluno pode desenvolver a alfabetização científica, pois esta possibilita a integração de novos conhecimentos em decorrência de novas situações. Tendo em vista que alfabetização científica é promovida a partir de situações e de novos conhecimentos que exigem um entendimento e conseqüentemente tomadas de decisões e posicionamentos, com esses conhecimentos e situações geradas diretamente a partir das relações entre a ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e as diferentes áreas do conhecimento, permitindo uma visão mais abrangente. Possibilitando o aluno visualizar as conexões que influenciam a produção de conhecimento e como esses conhecimentos impactam a ciência, revelando a complexidade das relações entre o conhecimento científico e a natureza. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um material paradidático com a temática das lavanderias têxteis presentes no Agreste Pernambucano através da abordagem CTS.

Para alcançar este objetivo é necessário analisar como se dão as relações CTS no contexto de lavanderias têxteis, essas relações serão estabelecidas com base em elaborações de QSC's, utilizando assim, esta abordagem como uma proposta que rompe o modelo tradicionalista de ensino.

Como proposta de aplicar o material paradidático produzido é proposto uma sequência didática (SD), pois de acordo com Delizoicov (1991) e Zabala (2007), as SD quando estruturadas com objetivos claros, possibilita a abordagem de conteúdos de maneira contextualizada e interdisciplinar, possibilita trabalhar os conteúdos através de experimentação e materiais alternativos. Assim, a SD baseada nos três momentos pedagógicos e que relacione as QSC's elaboradas no contexto das lavanderias têxteis, para isso é utilizado como direcionamento o experimento sobre

degradação de diversos tipos de corantes através de técnicas específicas utilizadas também no tratamento de efluentes das lavanderias têxteis.

Ao longo deste trabalho cada tópico do referencial está resumido a seguir, **Capítulo 1** - Descreve o desenvolvimento do movimento CTS desde o seu surgimento em países como EUA, Canadá e Inglaterra, perpassando por sua influência no Brasil, demonstrando como essa abordagem nasce como uma crítica ao modelo de neutralidade científica e supervalorização da ciência.

**Capítulo 2** - Relaciona como a abordagem CTS e EA nascem a partir da mesma perspectiva e como ambas podem ser trabalhadas em conjunto.

**Capítulo 3** – Relaciona a abordagem CTS no ensino de química, mostrando a necessidade de uma promoção da visão crítica do aluno, isto se dá através de um comparativo entre o ensino tradicionalista e a abordagem CTS, mostrando ao fim a possibilidade da alfabetização científica.

**Capítulo 4** - Aborda as QSC e seu caráter complementar a abordagem CTS, justificando como o uso de temas complexos podem ser caracterizados como QSC.

**Capítulo 5** – Pontua a produção de material didático no Brasil e as motivações para as suas produções. Mostrando seus benefícios e limitações, juntamente como em muitos casos é utilizado como único material de apoio pedagógico em sala de aula, através disto, pontuando a existência de brechas que justificam a produção de materiais didáticos alternativos. E como essas lacunas dão espaço para a criação de matérias paradidáticos e como esses podem ser utilizados na perspectiva de abordar conteúdos de química diferentemente dos livros didáticos.

**Capítulo 6** – Como a alfabetização científica pode permitir que os alunos compreendam termos e conceitos científicos básicos e saibam aplicá-los; e a partir desses conhecimentos os alunos podem estar aptos a analisá-los para uma tomada de decisão e compreender a existência da relação entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente.

**Capítulo 7** - Traz um breve histórico do desenvolvimento da indústria têxtil no estado de Pernambuco, porém com foco no Agreste. Abordando a sua importância econômica e social. No entanto, a abordagem se dará nos impactos ambientais causados por essas indústrias que compreendem o Arranjo Produtivo Local de Confecções do Agreste Pernambucano (APLCAPE). E como essa temática pode ser utilizada como uma QSC.

**Capítulo 8** – É abordado as sequências didáticas e como estas podem ser desenvolvidas, utilizando as possibilidades que oferecem para construir relações com o ensino por experimentação problematizadora e como estes podem contribuir para a alfabetização científica.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um material paradidático sobre a temática lavanderias têxteis localizadas no Agreste Pernambucano através da abordagem CTS que possa contribuir para uma alfabetização científica.

### 2.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Propor questões sociocientíficas para a abordagem de conceitos químicos no contexto de lavanderias têxteis;
- Abordar as relações ciência, tecnologia, sociedade e ambiente no contexto das lavanderias têxteis;
- Propor uma sequência didática de ensino para o uso do material paradidático desenvolvido.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 ABORDAGEM CTS

O movimento CTS tem origem por volta do século XX, nos anos 1960 e 1970 em diferentes partes do mundo, com destaque nos cenários acadêmicos dos Estados Unidos, motivados por um conjunto de movimentos sociais e acadêmicos, atrelados a diversos questionamento como a supervalorização da ciência e neutralidade científica (Bocheco, 2011; Souza *et al.*, 2019; Strieder, Kawamura, 2017). A origem do movimento CTS em outras partes do mundo apresentavam objetivos diversos ligados a seus respectivos conceitos. Na Europa, o movimento CTS, tinha como objetivo humanizar as Ciências, levantando questões sobre como o desenvolvimento científico-tecnológico é fruto de fatores sociais, econômicos e políticos. Já nos países latino-americanos, os objetivos estavam voltados à discussão e criação de políticas públicas unidas ao avanço tecnocientífico, em busca de uma independência tecnológica em relação aos países desenvolvidos (Ribeiro *et al.*, 2023)

Apesar de uma variedade de objetivos iniciais o movimento tem como um dos objetivos mais relevantes apresentar a Ciência e a Tecnologia (CT) como processos ou produtos inerentes à sociedade, tendo diferentes elementos não técnicos que possuem um papel decisivo na sua gênese e consolidação (Rodriguez, 2018). Assim, o movimento CTS surge como resposta por parte da comunidade científica a crescente insatisfação com a concepção tradicional de CT, aos problemas tecnológicos e econômicos relacionados com o desenvolvimento científico-tecnológico, sendo uma nova concepção para interpretar e compreender a inserção do desenvolvimento científico e tecnológico na vida individual e coletiva. Levando a uma reflexão crítica sobre as relações entre CT e sociedade. Juntamente em decorrência da necessidade de formar o cidadão em CT, o que não se alcançava a partir do ensino convencional de ciências (Bocheco, 2011; Gonzalez Garcia, 1996; Santos, 2007; Santos; Mortimer, 2002).

Pode-se destacar outros objetivos da abordagem CTS, tais como, o desenvolvimento atrelado a capacidade de decisão, a compreensão da natureza da Ciência e seu papel na sociedade, a promoção do interesse por parte dos estudantes em relacionar a ciência e tecnologia com os aspectos sociais, promover a formação

de cidadãos cientificamente e tecnologicamente alfabetizados, visando a tomada de decisão, o pensamento crítico e a independência intelectual (Prsybyciem *et al.*, 2018).

Sobre este último objetivo a promoção da alfabetização científica e tecnológica, Santos e Mortimer (2002), apontam que:

Objetivo central da educação CTS no ensino é desenvolver a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais problemas (2002, p.5).

Isto se justifica através da necessidade de desenvolver capacidades nos estudantes para que possam atuar como cidadãos responsáveis em um mundo cada vez mais afetado pela ciência e tecnologia, sendo necessário a compreensão das interações com a sociedade (Ainkenhead, 2009).

Essas necessidades podem ser atendidas mediante o abordagem CTS, o qual, busca trabalhar temas controversos, geralmente os que envolvem uma problemática social, real e contemporâneo que possam ser resolvido com a tomada de decisão de forma democrática, com as problemáticas ambientais como representantes típicos, com um caráter multidisciplinar, levando em conta que devido à complexidade dos temas exige análises sobre diferentes olhares como química, física, sociologia, aspectos políticos, históricos, éticos entre outros, ficando evidente a necessidade da contextualização no ensino de química (Auler, 2003; Prsybyciem *et al.*, 2018).

Santos (2007) aponta que devido a origem do movimento CTS, a vertente ambiental está incorporada a tríade ciência, tecnologia e sociedade. Sendo necessário enfatizar que alguns autores ao abordarem a importância do estudo das relações ambientais dentro da abordagem CTS, têm acrescentado no final da sigla a letra A. Formando assim o acrônimo CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), mas este pode ser considerado apenas uma questão de notação, pois as relações ambientais são inerentes ao andamento científico e tecnológico. Assim, a utilização desta da letra A não representa uma abordagem diferente. Mas ao considerar ou não a letra A, não se pode reduzir a área ambiental como uma dimensão distante das outras.

Vale ressaltar a importância de destacar a relação entre a abordagem CTS e área ambiental através da educação ambiental (EA), pois de acordo com (Luz *et al.*, 2019), o ensino de ciências (EC) juntamente com a educação ambiental se complementam na construção de práticas pedagógicas que possibilitam um olhar crítico para as questões ambientais, essa junção entre EC e EA, pode se dar através da abordagem CTS. Sendo importante destacar que ao tratar de CTS/CTSA, isso por si só não engloba a EA.

### 3.2 ABORDAGEM CTS E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Assim como a abordagem CTS que nasce de movimentos sociais durante as décadas de 1960 e 1970, marcado por questionamentos contra a neutralidade científica, o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade, devido ao agravamento dos problemas ambientais, a EA surge no mesmo cenário de contestação (Cavalcanti *et al.*, 2014; Loureiro; Lima, 2009). Santos *et al* (2020) destaca que tanto o desenvolvimento da abordagem CTS quanto da EA, são trajetórias que nasceram na necessidade de originar discussões a respeito do meio ambiente, este entendido como além da natureza, do conhecimento científico e de seu papel na sociedade.

Strieder *et al* (2016) aponta que a similaridade entre os objetivos da abordagem CTS e EA, mesmo que fundamentados em perspectivas distintas, estes superaram a tentativa de contextualizar o conhecimento, ou compreendê-lo. Ou seja, defende que “um aspecto central de uma educação crítica é a busca por transformação do mundo, a busca por encaminhamentos para problemas reais que aflige a sociedade” (Strieder *et al.*, 2016 p. 57). Dessa maneira ao articular abordagem e metodologia de ensino que ressaltem e envolvam a abordagem CTS às temáticas do meio ambiente, estas possibilitam uma maior promoção das discussões, promovendo avanços na educação científica, e valorizando a EA (Santos *et al.*, 2020).

Essas correlações entre CTS e EA estão presentes na abordagem de Lima e Copello (2007), que ao se discutir a contribuição da educação na resolução dos graves problemas ambientais, fica estabelecido que a EA deveria ser incorporada nos mais diferentes níveis de ensino e vista como uma redirecionadora das práticas pedagógicas presentes no nível formal. Ainda nessas correlações, a EA está diretamente relacionada como são concebidas as concepções ambientais, pois

segundo Luz *et al.* (2019), aponta que EA é um campo de conhecimento historicamente voltado para o estudo do Meio Ambiente.

Dentro da perspectiva CTS, Luz e colaboradores (2019) categorizam o sentido de Meio Ambiente em quatro categorias, pois em suas análises referentes as produções científicas sobre CTS/CTSA nos principais periódicos e eventos na área de Educação em Ciências e da Educação, constataram que a maioria dos trabalhos não confere ao Meio Ambiente a mesma importância quando comparado a outros termos que compreendem a tríade CTS ou tétrade CTSA, dependendo da denominação utilizada pelos trabalhos analisados.

As quatro denominações são, Meio Ambiente Natural, Meio Ambiente Impactado, Meio Ambiente Multidimensional e Meio Ambiente Oculto. Dentre essas categorias a adotada para o sentido de Meio Ambiente neste trabalho será de Meio ambiente multidimensional, a qual “compreende o Meio Ambiente de forma complexa a partir de uma visão integrada dos processos ecológicos, científicos tecnológicos, culturais, políticos históricos e econômicos que determinam a realidade socioambiental” (Luz *et al.*, 2019, p. 45).

O termo Meio Ambiente está intrinsecamente ligado a EA, e ao integrar EA à educação CTS, dá a possibilidade de temáticas como a das lavanderias têxteis serem consideradas como uma grande QSC com outras que a compõem, além de ser tratada no sentido de Meio Ambiente multidimensional, levando em conta as múltiplas partes que a constituem, pois, considerando o Meio ambiente dentro dessa perspectiva, esta engloba todas as outras dimensões da tríade CTS, podendo ser tratada de maneira integral e em toda sua extensão de complexidade.

### 3.3 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA

O ensino de química pode ainda apresenta uma abordagem excessivamente focada na disciplina, na qual dificulta aprendizagens e quando estas ocorrem, podem não apresentar significados para os alunos. É através desse ensino tradicional de ciências/química que ao tratá-las como atividade objetiva e não problemática, a qual não está passível de influências, acabam favorecendo uma visão cientificista, levando os alunos as conclusões que o conhecimento científico é uma verdade imutável e imune a questionamentos (Martinez Perez, 2012; Souza *et al.*, 2019).

É a partir dessas colocações que o movimento CTS surge, buscando suprir uma carência de um ensino que possibilite a articulação de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Em decorrência do desenvolvimento da abordagem CTS com seus diversos objetivos, percebeu-se a necessidade da sua inserção no processo de ensino, isto se dá na década de 70, a partir da implementação de currículos de CTS em diversos países, com a elaboração de materiais didáticos, reformulação de currículos, avaliações e aplicações, juntamente com a realização de cursos de formação de professores (Locatelli *et al.*, 2015).

Essa inserção se justifica através da abordagem CTS, possibilitando a compreensão das diferentes dimensões que o compõem, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, essa colocação é corroborada por Manassero e Vázquez (2001).

No espírito desse movimento está o desejo de oferecer, através da educação científica, uma visão mais audiência da ciência e da tecnologia em seu contexto social, distantes de imagens mitificadas e tendenciosas (cientificismo e tecnocracia) ao mesmo tempo em que se reconhece a tecnologia como uma atividade diferente, integrada equiparável com a ciência, e não só como uma mera ciência aplicada (2001, p. 16).

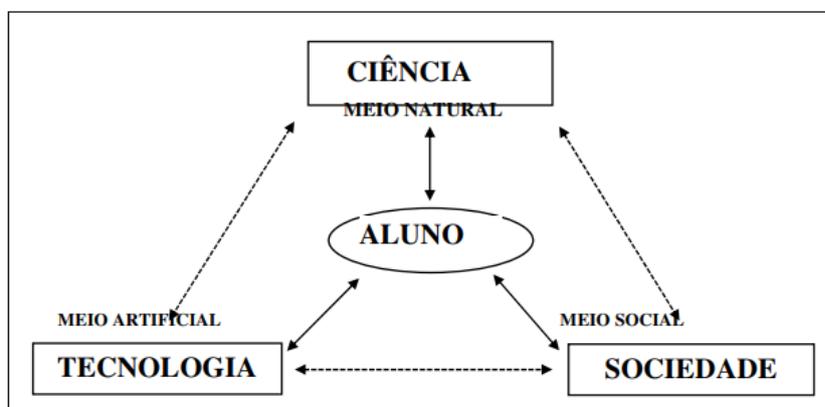
O ensino focado na tríade CTS têm uma abordagem que busca superar a abordagem descontextualizada e fragmentada no ensino de química, tendo em vista que a contextualização, é um princípio norteador do processo de ensino e aprendizagem, fornecendo subsídios para que o aluno possa compreender a realidade na qual está inserido, isto seria possível a partir de uma integração de conhecimentos químicos com o contexto do aluno. Isto é evidenciado por Santos e Schnetzler (2003).

Os temas sociais explicitam o papel social da química, as suas aplicações e implicações e demonstram como o cidadão pode aplicar conhecimento na sua vida diária. Além disso, os temas têm o papel fundamental de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, propiciando situações em que os alunos são estimulados a emitir opinião, propor soluções, avaliar custos e benefícios e tomar decisões, usando o juízo de valores (2003, p. 98)

Ao utilizar da compreensão dos conteúdos não como fim em si mesmo algo muito presente no ensino tradicionalista, mas sim como um meio para produzir a formação crítica do indivíduo, tornando-o capaz de julgar, avaliar, argumentar e se posicionar de maneira crítica diante das relações e implicações sociais e ambientais (Bouzon *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2019).

Na educação CTS o ensino de química pode ser caracterizado pelo seu foco na correlação entre os três elementos que compõem a tríade, como indicado na figura 1.

Figura 1 - Correlações CTS



Fonte: Santos (2012)

A figura 1 demonstra a interligação dos elementos que compõem a tríade, a qual pode ser vista através da correlação de propósitos indissociáveis, onde segundo Santos e Schnetzler (2015) a educação científica e tecnológica do estudante está diretamente ligada às dimensões que compõem a tríade: Ciência, corresponde ao meio natural; Tecnologia, como o meio artificial; e Sociedade, corresponde ao meio social (de natureza integrativa e interdisciplinar). Palacios *et al.* (1996) demonstra a importância de se compreender essas dimensões e suas relações.

Através desses estudos, compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto do ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas consequências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança (1996, p. 60).

Ainda sobre as definições para os meios, natural, artificial e social segundo Santos e Schnetzler (2015), suas principais características são resumidas no quadro 01.

Quadro 1 - Principais características das dimensões que compõem a abordagem CTS

<b>Dimensões</b>	<b>Características</b>
Ciência (meio natural)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculada a discussões sobre o ensino de ciências;</li> <li>• Ciência como parte do conhecimento do homem;</li> <li>• Origem através da exploração e percepção do ambiente e meio;</li> <li>• Não se origina de uma criação humana de forma artificial.</li> </ul>
Tecnologia (meio artificial)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculada a discussões sobre a educação científica;</li> <li>• Tecnologia como sistema complexo, que é codependente de sistemas sociopolíticos, ideológicos e culturais, fruto do contexto nos quais estão inseridos;</li> <li>• Guiada e mobilizada por demandas sociais;</li> <li>• Tecnologia compromissada com o meio ambiente</li> </ul>
Sociedade (meio social)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vinculada a discussões para a cidadania;</li> <li>• Composto por cidadão atuantes em sua comunidade através de uma participação democrática</li> </ul>

Fonte: Santos e Schnetzler (2015)

A partir disso, o ensino com abordagem no movimento CTS, trata conteúdos científicos e tecnológicos discutindo-os juntamente com seus aspectos, históricos, éticos, políticos e socioeconômicos, ampliando os processos de ensino-aprendizagem, transpondo os muros da escola, ajudando os estudantes a dar sentido às suas experiências cotidianas (Aikenhead, 2009; Bouzon et al., 2018; Santos, 2012).

Porém, para uma implementação desta abordagem é necessário superar algumas barreiras como a abordagem descontextualizada, fragmentada do ensino de ciências/química concomitantemente com a visão neutra, dogmática e linear da ciência muito presente no ensino atual (Azevedo, 2013; Martinez Pérez, 2012). Ainda sobre a superação das barreiras necessárias para aplicação do CTS é importante destacar o significado da abordagem CTS na educação básica e como este apresenta discrepância no desenvolvimento do domínio de conceitos, atitudes, processos e habilidades criativas e aplicações científicas entre aulas tradicionais e aulas via abordagem CTS. Bocheco (2011) evidencia os contrastes entre as aulas tradicionais e as aulas com abordagem CTS no quadro 02.

Quadro 2 - Contrastes entre o domínio de conceitos científicos e habilidades de processos científicos dos estudantes de aulas tradicionais e via a abordagem CTS.

<b>Ensino tradicional de ciências</b>	<b>Ensino em CTS</b>
1. Os conceitos científicos são informações dominadas para uma prova do professor;	1. Os estudantes veem os conceitos como algo útil pessoalmente;
2. Os conceitos são vistos como resultados deles mesmos;	2. Os conceitos são vistos como objetos necessários para lidar com os problemas
3. O principal objetivo de aprender é passar nas provas;	3. A aprendizagem ocorre por causa da atividade; ela é um acontecimento importante, mas não um foco em si mesma;
4. A aprendizagem tem vida curta;	4. Estudantes que aprendem por experiência retêm a informação e podem usualmente relacioná-la a novas situações;
5. Estudantes veem os processos científicos como habilidades próprias dos cientistas;	5. Estudantes veem os processos científicos como habilidades que eles podem utilizar;
6. Estudantes veem o processo científico como habilidades abstratas, glorificadas, inatingíveis, sem relação com suas vidas	6. Estudantes veem o processo científico como parte vital do que eles fazem em aulas de ciências;
7. Estudantes não veem valor no seu estudo de ciências para resolver atuais problemas sociais	7. Estudantes envolvem-se com a resolução de problemas sociais; eles veem a relação dos seus estudos de ciências para a prática de responsabilidades como cidadãos.

Fonte: Adaptado Bochecho (2011)

Baseado no quadro acima, a implementação da abordagem CTS significa proporcionar uma prática docente diferente do ensino tradicional (Yager, 1996). Logo, a partir do quadro e da colocação de Yagger (1996) é possível verificar a presença do ensino tradicional no ensino de química, onde a organização dos currículos se encontra centrada no conteúdo específico. Já na abordagem CTS a organização conceitual encontra-se centrada em temas sociais, que permite o aluno uma visão da totalidade do conteúdo relacionando-o com as questões sociais, tecnológicas e suas implicações na sociedade, pois de acordo com Santos (2007),

[...] inserir a abordagem de temas CTS no ensino de ciências com uma perspectiva crítica significa ampliar sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e discutir em sala de aula questões econômicas, políticas, sociais, culturais, éticas e ambientais. [...] Buscar a vinculação, portanto, dos conteúdos científicos com temas CTSA de relevância social é abrir espaço em sala de aula para debates de questões sociocientíficas são ações

fundamentais no sentido do desenvolvimento de uma educação crítica questionadora do modelo de desenvolvimento científico e tecnológico (2007, p. 10).

Assim, o ensino de química vinculado a abordagem CTS, pode potencializar percepção e clareza no vínculo entre os conhecimentos inerentes a essa disciplina e a realidade vivenciada em sociedade, dando condições para superar a prática de ensino simplista e descontextualizada a qual prioriza apenas os conceitos em detrimento da relação desses conteúdos com o cotidiano. Sendo uma alternativa para o ensino de química com o objetivo de desenvolver a alfabetização científica (Luz, 2017). Atrelado a isso as QSC podem ser trabalhadas juntamente com a abordagem CTS para promover os objetivos da abordagem.

### 3.4 QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

As Questões Sociocientíficas (QSC), surgem como um desdobramento da abordagem CTS, podendo ser compreendidas como problemáticas de cunho social. Essas problemáticas incluem discussões, controvérsias e temas diretamente relacionados aos conhecimentos científicos e/ou tecnológicos e a esfera ambiental com seus respectivos contextos científicos que possuem grande impacto na sociedade, abrangendo discussões tanto globais como locais, permitindo uma abordagem de conteúdos inter ou multidisciplinares, tendo os conhecimentos científicos fundamentais para a compreensão e busca de soluções para as situações propostas (Alves; Borges, 2023; Conrado, Nunes Neto, 2018; Dionor *et al.*, 2020; Martinez Pérez, 2012).

As QSC apresentam características que as identificam, são elas:

Base na ciência, frequentemente em áreas que estão nas fronteiras do conhecimento científico; Envolvem a formação de opiniões e a realização de escolhas no nível pessoal e social; São frequentemente divulgadas pela mídia com destaque a aspectos baseados nos interesses dos meios de comunicação; Lidam com informações incompleta sejam elas de evidência científicas incompletas ou conflitantes e lacunas nos registros; Lidam com problemas locais e globais e suas estruturas sociais e políticas; [...] Podem envolver considerações sobre desenvolvimento sustentável [...] (AZEVEDO *et al.*, p. 92, 2013).

Essas características estão de maneira complementar a abordagem CTS, tendo a abordagem CTS e a ciência como sustentação. Esse caráter complementar é devido às QSC e o movimento CTS possuírem a mesma base teórica. Azevedo *et al* (2013) aponta que a relação entre QSC e abordagem CTS no currículo de ciências, têm tomado duas direções: uma, como temas controversos e outra, como temas problematizados culturalmente. Os autores abordam como temas controversos dentro dos currículos CTS:

[...] pouco delimitado, multidisciplinares, heurísticos, carregados de valores (invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos) e afetados pela insuficiência de conhecimento. Geralmente, o envolvimento neste tipo de problemas conduz a diversas 'soluções' alternativas, cada uma das quais com aspectos positivos e negativos. A partir destas diferentes propostas, toma-se uma decisão informada que envolve a consideração e o desafio de opiniões, dada a impossibilidade de recurso a qualquer algoritmo para a avaliação de potencialidades e limitações (2013, p. 92-93).

Já para conteúdos problematizados culturalmente podem ocorrer em currículos CTS:

[...] de maneira que os aspectos ambientais, políticos, econômicos, éticos, sociais e culturais relativos à ciência e à tecnologia venham a emergir de conteúdos problematizados culturalmente [...]. Isso significa que, nesse caso, ele não é explorado necessariamente como perguntas controversas ou como temas do currículo, mas como processo constante de reflexão sobre o papel social da ciência (Azevedo et al., 2013, p. 93).

As QSC utilizadas como propostas didáticas seja como a partir dos temas controversos ou dos conteúdos problematizados culturalmente, ambos podem contribuir para atingir os objetivos da abordagem CTS, mas para que haja durante a aplicação dos temas ou dos conteúdos sendo necessário uma reflexão intensa sobre o papel da ciência e da tecnologia e como isso reverbera na sociedade.

A abordagem CTS já faz parte do contexto de Ensino de Química promovendo mudanças e gerando contribuições no contexto educacional, mas não consegue atender por completo às exigências de qualquer área da educação. (Alves; Borges, 2023). Mas para atingir o objetivo de desenvolvimento da percepção crítica dos

estudantes propostos pela abordagem CTS, o estudante precisa de oportunidades para expressar suas ideias e lidar com conceitos e situações desafiadoras que envolvam a ciência de alguma maneira, através de debates e negociação de ideias (Silveira, 2021).

Ao trabalhar com QSC, o professor se afasta do ensino tradicional, pois nessa prática são necessárias contextualizações e uma ruptura com a prática de reprodução de conceitos, a abordagem através das QSC's exige um aprofundamento da discussão da situação-problema e uma valorização de diferentes pontos de vista, favorecendo uma participação ativa dos estudantes (Alves; Borges, 2023; Dionor *et al.*, 2020; Martínez Pérez, 2012).

A abordagem QSC são difíceis de serem aplicadas, pois exigem um processo educacional interdisciplinar, tendo em vista que, os currículos escolares tradicionais têm foco principalmente no conteúdo das disciplinas, os quais muitas vezes são ensinados fora de um contexto relevante. Martínez Pérez (2012), aponta que a falta de formação específica por parte dos professores para trabalharem com aspectos sociais, políticos e éticos envolvidos em assuntos relacionados ao progresso científico tecnológico é outro problema para se trabalhar as QSC. O Ensino de Química com abordagem CTS voltado à abordagem de QSC pode potencializar a participação dos estudantes nas aulas de química, favorecendo o ensino democrático, possibilitando o estudante a ser um cidadão que consegue refletir e se posicionar criticamente sobre diversas questões (Alves; Borges, 2022).

Uma maneira de tentar superar as dificuldades da implementação das QSC no ensino de química é através da utilização de materiais paradidáticos com fundamentos nas QSC, na abordagem CTS com o propósito de atingir a AC, rompendo com a lógica tradicionalista do ensino de química.

### 3.5 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

O termo alfabetização científica (AC) aparece na literatura de forma polissêmica, com inúmeros significados, bem como na diversidade de termos. Isto pode ser evidenciado na colocação de Sasseron e Carvalho (2011).

Devido à pluralidade semântica encontramos hoje em dia na literatura nacional sobre o ensino de Ciências, autores que utilizam a expressão

“Letramento Científico” (Mamede e Zimmermann, 2007, Santos e Mortimer, 2001), pesquisadores que adotam o termo “Alfabetização Científica” (Brandi e Gurgel, 2002, Auler e Delizoicov, 2001, Lorenzetti e Delizoicov, 2001, Chassot, 2000) e também aqueles que usam a expressão “Enculturação Científica” (Carvalho e Tinoco, 2006, Mortimer e Machado, 1996) para designarem o objetivo desse ensino de Ciências que almeja a formação cidadã dos estudantes para o domínio e uso dos conhecimentos científicos e seus desdobramentos nas mais diferentes esferas de sua vida (p. 60, 2011).

A AC, é considerada um processo fundamental para a formação cidadã, que torna a educação científica uma parte essencial da educação básica, garantindo que todas as pessoas tenham pelo menos um conhecimento mínimo em ciências para atuarem como cidadãos (Milaré; Richetti, 2008; Niezer *et al.*, 2012). Assim, de acordo com Chassot (2003), a AC é um conjunto de conhecimentos que facilitará aos homens a leitura da natureza, no qual os indivíduos alfabetizados cientificamente possuem a habilidade de ler a linguagem da natureza, além de entender as manifestações que fazem parte do conteúdo científico. Pois é um analfabeto científico aquele incapaz de realizar uma leitura da natureza.

[...] ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus conhecimentos, podemos modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por uma interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (Sasseron; Carvalho, 2011, p. 61).

Essas considerações a respeito da AC trazem consigo um espectro bastante amplo de significados, através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e a democratização da ciência (Auler, 2003). Diante disto a concepção de AC adotada neste trabalho será na perspectiva de formação cidadã, no qual superar o uso de conceitos e códigos científicos de maneira isolada, mas que os estudantes possam articular esses conhecimentos para realizarem uma leitura e compreensão dos fenômenos naturais e articular esses conhecimentos com outras áreas do conhecimento, levando a uma atuação responsável frente à problemáticas que exigem um posicionamento.

Tendo em vista a polissemia do termo AC e seus objetivos é importante entender quais são os obstáculos a serem superados para uma implementação da AC no ensino. Bocheco (2011) ao mencionar o trabalho Gil Perez et al (2001) em analisar

as simplificações e deformações que a educação científica reforça a respeito da natureza do conhecimento, o que corrobora para uma visão estereotipada da ciência, porém um afastamento desses estereótipos colabora substancialmente com o processo de alfabetização científica. Essas concepções simplistas e deformadas são resumidas no quadro 3.

Quadro 3 - Concepções em relação à ciência e ao trabalho científico transmitidos ao público estudantil

<b>Concepções</b>	<b>Características</b>
<b>Concepção empírico-indutivista e atórica da ciência</b>	Trabalho científico como produto de observações e experimentações neutras, isentas de hipóteses e teorias disponíveis que orientam todo o processo investigativo
<b>Concepção de uma ciência rígida (algorítmica, exata, infalível)</b>	Ciência como resultado de um método científico, ao seguir um conjunto de etapas, um tratamento quantitativo e controle rigoroso evitam a ambiguidade e dão fidelidade à teoria científica. Porém o caráter provisório e incerto das teorias científicas é o que possibilita os estudantes avaliarem as aplicações da ciência.
<b>Concepção de uma ciência aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada)</b>	Desconsidera e negligencia os problemas que deram origem aos conhecimentos científicos já elaborados, ignorando sua evolução histórica e as dificuldades encontradas no seu processo de construção. Essas desconsiderações são o que demonstram as limitações do conhecimento científico.
<b>Concepção de uma ciência analítica</b>	Destaca uma divisão parcelada e simplificada dos estudos científicos. Desvaloriza os processos de unificação como característica básica da evolução e construção dos conhecimentos científicos.
<b>Concepção de uma ciência acumulativa e com crescimento linear</b>	Dá uma interpretação simplista da evolução dos conhecimentos científicos, que ignora ao longo de seu processo de construção crises, remodelações profundas, confrontos entre teorias rivais, controvérsias científicas e complexos de mudanças.
<b>Concepção individualista e elitista da ciência</b>	Enfatiza o trabalho científico como fruto da obra de gênios isolados minorias especialmente dotadas, ignorando a necessidade do trabalho coletivo e cooperativo entre os cientistas e grupos de pesquisas.
<b>Concepção de uma ciência socialmente neutra</b>	Esquecimento das complexas relações entre ciência, tecnologia e a sociedade. Proporciona uma imagem dos cientistas como seres acima do bem e do mal, isolados em ilhas e isentos da necessidade de fazer escolhas. Essa concepção ignora a necessidade da prudência e da ética na relação que há entre o desenvolvimento científico e o meio ambiente.

Fonte: Bocheço (2011, p. 83-85)

Além do processo de superação desses obstáculos para que então alfabetizar cientificamente? Gil-Pérez e Vilches (2006) defendem que a AC é necessária para:

- 1) tornar a ciência acessível aos cidadãos em geral; 2) reorientar o ensino de ciências [...]; 3) modificar concepções errôneas da ciência frequentemente aceitas e difundidas e 4) tornar possível a aprendizagem significativa de conceitos (2006, p. 45) [tradução nossa].

Além do porque é necessário a AC é importante destacar como devem ser os conhecimentos mínimos que são atribuídos à AC, devido a isto Bocheco (2011), discute que além disto é importante analisar como os aspectos do conhecimento estão atribuídos no processo de AC.

**1)** conceitos científicos: sem estes o processo de instrumentalização capaz de potencializar tomada de decisões individuais e coletivas seria praticamente neutralizado; **2)** natureza destes conceitos científico: [...] visto como fundamental ao entendimento de diversas imagens da ciência, principalmente no que tange a sua não neutralidade quanto a aspectos sociais e humanísticos; **3)** linguagem científica: possibilita compreender o discurso científico construído socialmente pelos cientistas através do uso de expressões, diagramas, tabelas, gráficos e ilustrações [...] tal compreensão permite a construção do argumento científico, o qual é diferente do senso comum [...]; **4)** questões sociocientíficas, pois sem estas o processo de instrumentalização do cidadão seria reduzido a um caráter de praticidade. É necessário levar em consideração aspectos relacionados às atitudes e valores atribuídos à ciência, à tecnologia e à sociedade. (p. 86, 2011) [grifos nossos].

A partir do exposto fica claro o papel da AC ao se propor como uma ferramenta de formação crítica e cidadã, que possibilita a compreensão e capacidade de transformação da realidade. Devido à complexidade do termo juntamente com a diversidade de coisas que a AC pode englobar, a AC pode ser categorizada em três dimensões segundo Shen (1975 *apud* Bocheco, 2011), essas dimensões são: Alfabetização Científica Prática, Alfabetização Científica Cívica e Alfabetização Cultural.

Siqueira *et al.* (2021) aponta que as categorizações propostas por Shen (1975) apresentam limitações por não levar em consideração aspectos da filosofia e história da ciência, não compreendendo questões da natureza como importantes para a compreensão do processo científico. Devido a isto Bocheco (2011), propõe quatro categorias para a AC, levando em consideração as dimensões, conceitual (conhecimentos científicos) procedimental (competências e habilidades) e afetiva (valores e atitudes), as categorias são:

**1. Alfabetização científica Prática** - consiste na compreensão baseada em conhecimentos científicos, de fenômenos naturais (bronzeamento, efeito estufa, funcionamento dos pulmões, formação de um arco-íris, aurora boreal, etc), processos (produção e transmissão de energia elétrica, tratamento de água, fabricação do papel [...] biodiversidade, poluição do meio ambiente [...]).

**2. Alfabetização Científica Cívica** - Tem o papel de auxiliar os estudantes a tomarem decisões baseadas em argumentos científicos. Para desenvolver essa capacidade exige-se que em sala de aula os estudantes sejam estimulados a lidar com decisões que requerem negociações e deliberações, principalmente referentes aos cuidados que se deve ter em relação à saúde, ao meio ambiente e ao bem estar social [...] exigindo dos estudantes que lidem com aspectos sociocientíficos que se referem a questões ambientais, políticas, econômica, éticas e culturais relativas; **3. Alfabetização Científica Cultural** - Consiste em conceber a ciência como resultado de uma construção histórica e social. Admitir o seu caráter provisório e incerto, a sua não linearidade, os seus conflitos, fracassos e interesses. Estes pontos permitirão ao cidadão em formação conhecer as limitações dos conhecimentos científicos quando comparados com outras formas de saberes [...] **4. Alfabetização Profissional ou Econômica** - Consiste em envolver conhecimentos científicos mais específicos e complexos, que não são tão clarividentes no dia a dia de um cidadão comum. Por outro lado, são importantes para determinadas áreas profissionais e encaixam-se com as ciências aplicadas e o setor produtivo [...] (Bocheco, p. 89-92, 2011) [**grifos nossos**].

É importante destacar que essas categorias não estão isoladas, compartilham elementos em comum, o que significa que ao se desenvolver uma categoria dessas implicará diretamente no desenvolvimento de outra (Bocheco, 2011).

Dentre essas categorias e objetivos da AC o que é necessário para considerar uma pessoa como alfabetizada científica e tecnologicamente? Fourez (1944 *apud* Siqueira *et al.*, 2021), descreve habilidades que devem ser objetivos de construção para a garantia de uma formação crítica e cidadã. Pois a partir dessas habilidades os indivíduos terão a capacidade de compreender o mundo natural e suas especificidades de uma forma integral, levando em consideração contextos e historicidade, isso subsidiado a partir da linguagem e dos conhecimentos científicos

Sendo assim uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente deve desenvolver as seguintes habilidades descritas por Siqueira et al (2021).

**H1.** Ser capaz de utilizar conceitos científicos relacionados às tomadas de decisões diárias; **H2.** compreender que a sociedade possui controle sobre a ciência e suas tecnologias e que as mesmas refletem a sociedade; **H3.** saber que é direito da sociedade controlar racionalmente o uso dos conceitos científicos e tecnológicos, pois é a sociedade que quem fomenta o trabalho dos cientistas; **H4.** Desenvolver um pensamento crítico referente aos limites que a ciência possui; **H5.** Proporcionar conhecimentos que levem esta pessoa a perceber quais as implicações de uma teoria científica; **H6.** Refletir o prazer intelectual frente a um desafio científico; seja este prazer advindo da investigação prática de um fenômeno, ou da discussão sobre este; **H7.** Apreciar a ciência como uma das construções culturais da humanidade e adquirir conhecimentos científicos de modo que possa se posicionar politicamente quanto às questões referentes a ele; **H8.** Compreender os fenômenos e os elementos naturais que fazem parte do nosso dia a dia; **H9.**

Reconhecer as fontes de informações científicas, saber selecioná-las e realizar investigações. **H10.** Compreender como a ciência e a tecnologia surgiram ao longo da história; **H11.** Compreender que as ciências estão sujeitas às alterações dependendo das interações sociohistóricas. (2021, p. 26-27) [**grifos nossos**].

Podemos destacar a semelhança entre os objetivos da AC propostos por Bochecho (2011), Gil-Pérez e Vilches (2006), com as categorias de Bochecho (2011) e as habilidades de Fourez (1994). Isso tudo se relaciona com as motivações do desenvolvimento da abordagem CTS, no qual a tomada de decisão, compreensão dos fenômenos no qual se está inserido através da utilização de conteúdos científicos e da linguagem científica, da não neutralidade da ciência, foram alguns dos seus pilares de criação. Esses pilares resultam em um objetivo educacional o qual está no cerne da abordagem que é a AC.

A AC não deve limitar-se a nomear fenômenos e materiais do cotidiano ou explicar seus princípios de funcionamento científicos e tecnológicos (LUZ, 2017).

### 3.6 PRODUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA

O livro didático (LD) de forma geral é considerado como uma importante ferramenta norteadora das práticas pedagógicas dentro das salas de aula, se configura como um dos principais recursos utilizados por professores e alunos, apesar dos avanços tecnológicos existentes na atualidade, sendo ainda assim o material mais presente em sala de aula. Constituindo-se de um importante instrumento de apoio no processo de ensino, pois auxilia os professores na distribuição e organização das aulas (Bandeira, 2009; Kato, 2014).

Embora o LD seja considerado importante no processo de ensino e aprendizagem, muitos são os problemas observados no processo de construção do conhecimento, como: os erros decorrentes dos conceitos; a falta de adequação aos objetivos das escolas e o distanciamento da realidade na qual os alunos estão inseridos, entre outros (Macêdo *et al.*, 2019; Rezzadori *et al.*, 2005; Soares, 2004). No ensino de química o LD tem a função de auxiliar os alunos na compreensão dos conhecimentos científicos de forma filosófica e estética da realidade, oferecendo suporte no processo de formação do cidadão.

De acordo com Schnetzler (2013), os LDs apresentam características que evidenciam a manutenção de um ensino tradicional, com ênfase na memorização e repetição dos conteúdos. Juntamente com concepções de um ensino tradicional fortemente presentes na prática de muitos professores. Vasconcelos e Souto (2003) corroboram com isso, ao apontarem que a memorização traz pouca possibilidade de contextualização, forçando os alunos a repetir conceitos, armazenar termos e aplicar conceitos, indo na contramão do objetivo do ensino de ciências. Essa afirmação é evidenciada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): “o papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações” (Brasil, 2001, p. 15).

Mesmo estando bem claro o papel das ciências no ensino a educação escolar no Brasil, a qual inclui o ensino de Química, apresenta um caráter de ensino tradicional, Nascimento e colaboradores (2019) relatam que o ensino de química enfrenta grandes desafios em relação à sua aplicação e aprendizado. Isto é afetado por fatores como: a metodologia de ensino-aprendizagem, a pouca abordagem da interdisciplinaridade assim como a falta de aplicação prática do conteúdo, o que acarreta um grande desinteresse pela disciplina de química.

Fica evidente a dificuldade dos professores relacionados à ausência de materiais didáticos que vão além dos livros didáticos distribuídos pelo governo federal, o que torna um grande desafio para desenvolver a disciplina de Química. Um dos métodos que podem ser usados para desenvolver habilidades nos alunos e tornar conceitos de química compreensíveis é através do uso de materiais didáticos (Priyambodo; Wulaningrum, 2017). Bandeira (2009) define material didático como um suporte que possibilita a materialização do conteúdo. O material didático confere um auxílio ao ensino de química, esse apoio pode ser através de uma mídia ou ferramenta que ajuda o aluno a compreender conceitos abstratos em química. Na tentativa de torná-lo algo tangível. Pois mesmo os LDs passarem por rigorosas correções ainda apresentam contradições, estas precisam ser corrigidas pelo professor.

Sciamarelli *et al.* (2009), contribui com isto ao ressaltar que a alternância de metodologias, nas aulas de ciências/química garante uma maior participação das aulas práticas seguidas das aulas teóricas, mostrando assim a necessidade de proporcionar aulas melhores através da utilização de materiais didáticos alternativos.

Os materiais didáticos constituem uma etapa muito importante no processo de ensino e aprendizagem, pois de acordo com Freitag (2017), os materiais didáticos

constituem ferramentas que facilitam e enriquecem as aulas, tornando-as mais atraentes para os alunos.

A partir disso se justifica a necessidade de se produzir materiais didáticos alternativos para superar certas limitações do LD, pois ao utilizar outros recursos é imprescindível para que a prática educativa contribua para uma aprendizagem significativa. Isso é enfatizado pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ao destacar a importância da diversificação de materiais didáticos e como isso reflete nos estudantes.

[...] para o desenvolvimento do protagonismo juvenil e para a construção de uma atitude ética pelos jovens, é fundamental mobilizar recursos didáticos em diferentes linguagens (textuais, imagéticas, artísticas, gestuais, digitais, tecnológicas, gráficas, cartográficas etc.), selecionar formas de registros, valorizar os trabalhos de campo (entrevistas, observações, consultas a acervos históricos etc.) e estimular práticas voltadas para a cooperação. Os materiais e o maio utilizados podem ser variados, mas o objeto central, o eixo da reflexão, deve concentrar-se no conhecimento do Eu e no conhecimento do Outro, nas formas de enfrentamento das tensões e conflitos, na possibilidade de conciliação e na formulação de propostas de soluções (Brasil, 2018, p. 549).

Diante disso, a diversificação de recursos/materiais possibilita uma maior abordagem, superando a exposição de conteúdo feito pelos LD, na qual muitas vezes abordam temáticas nas quais os estudantes estão inseridos, tendo um foco em situações que muitas vezes são pouco relevantes para os alunos ou até mesmo desconhecidas, isto para atender a diretrizes curriculares, no qual são modificados de acordo com a época, o ambiente sociocultural e o tipo de ensino ao qual é utilizado (Choppin, 2004). No caso das lavanderias têxteis é um tema muito presente e pertinente para os estudantes do Agreste Pernambucano e ao utilizar conceitos químicos para uma abordagem adequada é possível integrar a necessidade de compreender fenômenos que ocorrem na natureza e estimular a tomada de decisões sobre o cotidiano que os cerca.

A escolha do tipo de material desenvolvido através desse trabalho será um livro paradidático que contemple as dimensões da abordagem CTS e suas correlações com a temática das lavanderias têxteis.

Os livros paradidáticos (LP) diferem dos materiais didáticos em relação aos objetivos e suas funções no processo de ensino e aprendizagem. Enquanto LD aborda

os conteúdos de uma determinada disciplinas, devido a isso não consegue ser temático, pois dentre um dos seus objetivos está direcionar tanto o professor quanto o aluno em relação aos conteúdos de uma determinada área do conhecimento, assim como estipula maneiras que visam colocar esses conhecimentos em prática. Já o LP, tem como finalidade aprofundar o conhecimento dos alunos em um determinado tema, contribuindo para um maior aprofundamento através de uma abordagem contextualizada e interdisciplinar (Ferreira, 2020). Além disso, os LPs têm a capacidade de proporcionar uma aprendizagem significativa a partir de um conteúdo interessante, sem necessariamente estar preso aos aspectos didáticos conceituais (ARRUDA, 2020). Ferreira (2020) destaca as diferentes características de um LP em relação a um material didático, nesse caso ao comparar um LD com um livro paradidático.

“[...] o livro paradidático tem formatação diferenciada e os conteúdos são trabalhados em forma de narrativa na maior parte deles. Na maioria das vezes, são menores e mais ilustrados do que os livros didáticos, além de terem uma diagramação mais atraente. Apesar disso, a preocupação ainda é com o conteúdo e sua aplicação pedagógica, mais do que com sua estética” (Ferreira, 2020, p. 36).

Após a apresentação das características do LP e suas diferenciações em relação ao LD é importante uma descrição do que é um LP. Munaka (1997), traz uma descrição.

“[...] o que define os livros paradidáticos é o seu uso como material que complementa (ou até mesmo substitui) os livros didáticos. Tal complementação (ou substituição) passa a ser considerada como desejável, na medida que se imagina que os livros didáticos por si só sejam insuficientes ou até mesmo nocivos (1997, p. 103).

Campello e Silva (2018), categorizam os paradidáticos em duas categorias, a primeira são os paradidáticos informativos que podem tratar de uma disciplina do currículo escolar, usados de maneira complementar ao livro didático. Já a segunda categoria são os paradidáticos ficcionais, que consistem em qualquer livro de ficção

considerado de leitura complementar, apresenta elementos pedagógicos pautado em uma história que tem como objetivo ensinar algo.

Em relação a essas categorias é importante destacar que a utilização do paradidático com caráter informativo e complementar ao LD, este pode assumir de acordo com Campello e Silva (2018) e Arruda (2020) uma perspectiva apenas informativa e não formativa, isso não é o interesse na construção do material paradidático proposta neste trabalho. Tendo em vista que, ao considerar uma perspectiva formativa, pode trabalhar-se de uma maneira menos fragmentada, a qual possibilita uma relação melhor entre as diversas áreas do conhecimento. Não atendo exclusivamente a diretrizes educacionais, contribuindo para uma formação mais completa, objetivo este da abordagem CTS.

Em relação da escolha do abordagem CTS para a produção do material paradidático digital, se dá por entender que, este abordagem pode proporcionar um melhor processo de ensino-aprendizagem da química, incrementar a compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos, desenvolver capacidades que possibilitem os estudantes uma maior compreensão dos impactos sociais e ambientais da ciência e tecnologia, assim como, “promover níveis mais altos de alfabetização científica permitindo aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão e valorização da ciência e da tecnologia como parte de sua cultura” (Aragão; Faria, 2016, p. 1525).

Possibilitando apresentação dos conteúdos de química aos alunos de maneira que eles possam fazer relações entre os conceitos científicos e tecnológicos, assim como, proporcionando a interação entre as dimensões que compõem o abordagem, dando subsídios para que os alunos possam realizar uma leitura do mundo através da química e demais áreas do conhecimento, interpretar textos científicos e tecnológicos, como também reconhecer o papel da ciência e sua construção histórica, possibilitando a visão da capacidade humana de transformar o meio ambiente.

### 3.7 LAVANDERIAS TÊXTEIS

O setor têxtil possui grande relevância para a conjuntura socioeconômica do país. Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT), o setor têxtil e de confecção brasileiro reúne mais de 22,5 mil empresas, sendo responsável por cerca de 1,34 milhão de empregos, com um faturamento em 2021 de R\$ 4,9 bilhões (ABIT, 2022).

A região nordeste do país, mais especificamente a região do Agreste Pernambucano apresenta grande importância na economia nacional, em virtude do crescimento acelerado da sua indústria têxtil, que surgiu como alternativa econômica da região diante da decadência da indústria calçadista (Oliveira, 2008). Essa região compreende o segundo maior polo produtor do país denominado de Polo Têxtil do Agreste Pernambuco. Os municípios de Caruaru, Toritama e Santa Cruz do Capibaribe, Surubim, Cupira, Agrestina, Brejo da Madre de Deus, Riacho das Almas, formam APLCAPE, que compreende a junção de unidades produtivas de confecção, numa mesma região. Esses municípios que correspondem ao APLCAPE são responsáveis por uma produção de 800 milhões de peças de vestuário por ano e empregam uma média de 250 mil trabalhadores, com um faturamento de aproximadamente de 6 bilhões de reais (Silva, 2015; Mélo, 2022; FCEM, 2019). Desta maneira, o setor têxtil do Agreste Pernambucano possui considerável importância dentro da economia do estado tendo em vista que é responsável por 70% dos estabelecimentos da indústria têxtil e de confecção do estado de Pernambuco, tendo o município de Caruaru com cerca de 33% desses estabelecimentos têxteis de confecção e beneficiamento do *jeans* (Viana, 2019).

As empresas especializadas no beneficiamento do *jeans* são denominadas lavanderias industriais (Queiroga et al., 2019). O surgimento das lavanderias se dá como parte do processo de confecção para atender as demandas do próprio mercado que buscava um *jeans* com um aspecto de “usado”, “desbotado” das peças confeccionadas com o tecido denim, conhecido internacionalmente como *jeans*, essas peças necessitam de um beneficiamento, o qual ocorre nas lavanderias. Onde a principal função é realizar o tratamento do *jeans* deixando-o pronto para uso (Mélo, 2022; Oliveira, 2008; Viana, 2019; Mesacasa; Deminski, 2022).

O desenvolvimento regional promovido pelo APLCAPE, em função do beneficiamento do *jeans*, não foi acompanhado por ações de controle ambiental. O rápido crescimento econômico das últimas décadas teve como consequência, forte impacto ambiental, como o uso elevado de volumes de água e o lançamento dos efluentes das lavanderias nos corpos hídricos da região (Silva, 2015). Os impactos provocados podem ser positivos e negativos na área de influência direta da lavanderia. O primeiro é um impacto positivo, o impacto econômico, que gera riquezas e empregos, e o segundo, considerado negativo o impacto ao meio ambiente (Silva et al., 2021).

Segundo Rocha *et al.* (2021), as lavanderias têxteis estão entre as atividades industriais mais impactantes na área ambiental devido ao seu elevado potencial poluidor e complexidade química dos efluentes gerados. Esse processo de beneficiamento tem como principal insumo a água. O processo de beneficiamento têxtil é constituído por várias etapas, que têm por finalidade melhorar as características físico-químicas das fibras, dos fios e dos tecidos (Pezzolo, 2019).

Dentre as etapas do beneficiamento, a etapa de tinturaria é responsável pelo maior consumo de água e recursos naturais. Essa demanda é incompatível com a região semiárida do Agreste Pernambucano onde se observam baixos índices pluviométricos. Uma lavanderia de médio porte pode consumir entre 50.000 e 300.000 L/mês de água (Queiroga, 2019). Os efluentes gerados a partir do consumo de grandes quantidades de água apresentam espécies fortemente coloridas e pouco biodegradáveis, muitas das quais apresentam elevado potencial carcinogênico e mutagênico, o efluente gerado traz consigo uma alta carga poluidora, onde 90% dos produtos químicos utilizados no processo são eliminados após cumprirem seus objetivos. Dentre as espécies presentes nos efluentes, os corantes são os mais preocupantes, devido às suas características de alta solubilidade, nocividade e baixa degradabilidade (Campos; Brito, 2014; Oliveira, 2009; Ramos *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2014).

Os efluentes têxteis apresentam a cor como sua característica mais notória. A coloração é devida à presença dos corantes que não se fixam nas fibras durante o processo de tingimento e que posteriormente na lavagem, transferem-se para o efluente. A toxicidade dos resíduos têxteis é uma das questões mais relevantes no âmbito de impactos ambientais. Essa toxicidade é maior quanto mais se faz uso de corantes baseados em metais pesados, esses metais podem estar presentes tanto nas moléculas dos corantes quanto nos produtos auxiliares envolvidos nos processos de tingimento, lavagem e acabamento (Oliveira, 2008).

Os efluentes gerados pelos efluentes têxteis são responsáveis pela maioria dos problemas de poluição hídrica observados na região, a poluição se agrava à medida que esses efluentes são descartados em corpos hídricos responsáveis pelo abastecimento de água dos municípios que compõem o APLCAPE (Santos, 2006; Silva, 2015).

É pautado nessa problemáticas ambientais causadas pelas lavanderias têxteis que estas podem ser categorizadas como uma QSC, por se tratar de uma

Problemática que não possui uma solução específica, a qual tem origem a partir de diferentes posicionamentos que necessitam de embasamento teórico e mediação diante de interesses conflitantes, na qual envolve diferentes aspectos como científicos, tecnológicos, econômicos, políticos e sociais. Pois essa problemática não pode ser resolvida apenas por dados técnicos que levam a apenas uma solução, mas para estabelecerem soluções deve-se levar em consideração aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e éticos (Funari, 2023).

Diante disso, a complementaridade entre QSC e CTS, é necessário desenvolver uma perspectiva crítica, em que resulte em ações sociopolíticas que contribuam para a resolução desse problema, porém para que isso aconteça é necessário antes uma formação de cidadãos mais críticos, que mobilizem conceitos científicos e a linguagem científica para realizarem a leitura dos contextos sociais e ambientais complexos no qual estão inseridos, para assim atingir os objetivos da educação científica partilhado pelo abordagem CTS, AC e pelas QSC.

Essa visão mais crítica é evidente ao trabalhar a QSC sobre lavanderias têxteis na perspectiva de conteúdo problematizado culturalmente proposto por Azevedo *et al* (2013), pois ao considerar os impactos ambientais, políticos, econômicos e sociais causado pelas lavanderias têxteis, gera a discussão de diferentes pontos de vista problematizados a partir argumentos construídos coletivamente.

### 3.8 SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA

A sequência didática (SD) pode ser definida como “um conjunto de atividade ordenas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecido tanto pelo professor como pelos alunos” (Zabala, 2007, p. 18). Tendo em vista isto, para a construção dos conhecimentos dos estudantes se deve levar em consideração o planejamento de atividades experimentais, a abordagem contextualizada e a utilização de materiais alternativos, com a finalidade desses conteúdos contribuir para a formação e participação ativa e crítica dos estudantes na tomada de decisões e transformações na sociedade (Martins 2017; Zabala, 2007).

As SD para Costa (2018) “devem apresentar uma proposta de trabalho baseado na investigação, problematização, levantamento e teste de hipóteses”, ainda

Segundo a autora com esses critérios presentes em uma SD, possibilitam a construção do conhecimento científico, possibilitando ao estudante fazer e compreender o que é ciência, iniciando o processo de AC. Para o ensino de química, a abordagem de conteúdos que valorizam a ação cidadã, levam a uma participação mais ativa dos estudantes, com situação problematizadas (PEREIRA, 2020).

Pereira (2020 p. 35) destaca ainda que a abordagem desses conteúdos permite uma maior interação no processo de ensino e aprendizagem

Os temas atuais de forma contextualizada também envolve uma ação interdisciplinar onde os eixos como meio ambiente, sustentabilidade, química verde, novas alternativas de combustíveis e fontes de energia criam um ambiente propício para ações diversificadas.

Com isso as SD têm como uma de suas principais características uma boa estruturação, onde as atividades a serem desenvolvidas precisam ser estruturadas, com objetivos específicos e com justificativas claras alicerçadas na literatura científica (Bernardelli, 2014).

Essa base na literatura científica que as SD precisam ter, justificam-se segundo Cavalcante *et al.*, (2018), para que as práticas propostas nas SQ sejam de fato reflexivas e significativas é necessário marcos teóricos que ajudaram a elaborar cada fase, proporcionando um conhecimento mais profundo dos conceitos.

As SD podem ser desenvolvidas segundo Delizoicov (1991) baseada em três momentos pedagógicos, **Problematização Inicial**, **Organização do Conhecimento** e **Aplicação do Conhecimento**:

- **Problematização Inicial:** neste momento é apresentado para os alunos questões e/ou situações reais para criar uma motivação para inserir um conteúdo novo, que fazem parte da realidade dos alunos, e que estes por não terem conhecimentos científicos suficientes não conseguem interpretá-las. Dessa maneira os alunos são desafiados pelo professor a expor o que pensão das questões e/ou situações, fazendo com que sintam a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detêm.
- **Organização do Conhecimento:** neste momento sob a orientação do professor ocorre a sistematização dos conhecimentos necessários para a compreensão da problematização inicial. Os conteúdos são desenvolvidos com

- o objetivo de fornecer aos alunos outras visões e explicações para diversos fenômenos, os quais agora podem ser usados para compreender esses fenômenos e situações científicas.
- **Aplicação do Conhecimento:** neste momento os conhecimentos incorporados pelos alunos, são analisados e interpretado à luz da problematização inicial. Relacionando os conhecimentos com outras situações que não estejam necessariamente ligadas à discussão inicial. O professor neste momento tem o papel de realizar atividades que estimula os alunos a aplicarem os conhecimentos científicos adquiridos no momento anterior.

Uma SD apoiada nesses três momentos pedagógicos pode ser aplicada em outras áreas do conhecimento, inclusive às ciências, dando a possibilidade de serem trabalhadas com o auxílio de diferentes recursos didáticos, visando ir além da busca do conhecimento, mas sim promovendo uma compreensão mais significativa do mundo que cerca os alunos (Costa, 2018). Pois, possibilitam o aluno expor suas ideias e compreensões sobre uma determinada situação ou tema. Assim como a SD a experimentação problematizadora, também é uma estratégia de ensino, a qual também está alinhada com os pressupostos da AC. A aprendizagem baseada em problemas pode ser trabalhada por meio da experimentação, colocando o aluno como agente participativo no processo de ensino-aprendizagem, argumentando, pensando, agindo e questionando, desenvolvendo nessas habilidades que o ajudaram no processo de construção do conhecimento, (2004). Isto é reforçado por Suart e Marcondes (2008),

[...] se o estudante tiver a oportunidade de acompanhar e interpretar as etapas da investigação, ele possivelmente será capaz de elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, aprendendo sobre os fenômenos químicos estudados e os conceitos que os explicam, alcançando os objetivos de habilidade cognitiva e o raciocínio lógico.

A Experimentação problematizadora fornece informações que subsidiam as discussões, a reflexão, de forma que o aluno possa compreender não apenas os conceitos, mas também as diferentes formas de falar e pensar sobre ciência (Costa,

2018). Para Delizoicov (1991) a experimentação problematizadora deve funcionar como integrante de, ao mesmo um dos três momentos pedagógicos.

É importante destacar que “trabalhar essa estratégia com apenas a realização de experimentos não é o suficiente para almejar a formação crítica do estudante” (Costa, 2018, p. 77). Para alcançar essa formação crítica é preciso envolver os experimentos com questões sociocientíficas e tecnológicas, bem como, o desenvolvimento de atitude e habilidades cognitivas e intelectuais.

## 4 METODOLOGIA

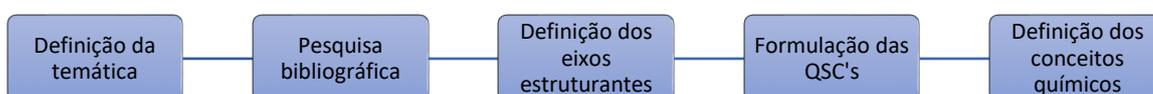
### 4.1 PRODUÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO

Devido a vastidão da temática das lavanderias têxteis foi necessário estabelecer alguns pontos que nortearam a pesquisa para que os objetivos propostos fossem alcançados. Esses pontos são representados a seguir.

- Investigação para entender relações das lavanderias têxteis com as QSC's tendo como base em suas características, história e impactos sociais, econômicos e social;
- Como as QSC's podem ser abordadas pela abordagem CTS como ferramenta alternativa no ensino de química?
- Quais conceitos químicos podem ser abordados para construir um material paradidático que trate das lavanderias e envolva as QSC's e o abordagem CTS?

A partir do entendimento destes pontos foi possível desenvolver o do material paradidático *Fios e histórias: o entremeado entre o jeans e o Agreste Pernambucano*, sendo desenvolvido seguindo as etapas presentes no fluxograma 1, com base na pesquisa realizada.

Fluxograma 1 – Ordem de produção do material paradidático



Fonte: autor (2024)

A primeira parte da produção compreendeu a definição da temática, a qual foi delimitada levando em consideração a sua importância para região, com uma delimitação dos principais pontos, desde a chegada do *jeans* ao Agreste perpassando pelo desenvolvimento da região atrelado ao beneficiamento do *jeans* realizado pelas lavanderias.

Para a pesquisa bibliográfica, utilizou-se de pesquisa em diversas fontes, tais como, livros, sites, revistas, trabalhos de conclusão de curso, dissertações, teses em plataformas como Google Acadêmico, Repositórios de Universidades (principalmente as que têm uma proximidade da região) e o Banco de Teses e Dissertações. Tendo como principais palavras chaves “*jeans*”, “Polo de confecções”, “Lavanderias têxteis”, “Beneficiamento do *jeans*”.

A definição dos eixos estruturantes foi definida com base nos pontos estabelecidos acima, com o objetivo de relacionar três diferentes áreas em uma, assim como, estabelecer pontos de convergências entre elas para atingir o objetivo geral do trabalho.

Para a formulação das QSC's foi estabelecido situações para provocar questionamentos sobre diferentes assuntos, os quais são inerentes ao *jeans*. O paradiático foi pensando em abordar todo um contexto das lavanderias, porém, para que estas fossem abordadas seria necessário a construção de um contexto que inclui o *jeans*. É nesse contexto em que as QSC's surgem, pois a partir da controversa geral da temática, pode-se trabalhar diferentes QSC's para cada momento criado.

Por fim, os conceitos químicos abordados foram de maneiras pontuais, já que dentro da temática pode-se abordar inúmeros. Devido a isso, para as discussões mais relevantes sobre as lavanderias têxteis foram abordados conceitos químicos inerentes a estas. Dando destaque aos conceitos químicos presentes principalmente nas etapas de tingimento do *jeans* e tratamento de efluentes têxteis.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temática do material paradidático produzido foi escolhida baseado na proximidade que os alunos do Agreste Pernambucano têm com as lavanderias têxteis, responsáveis pelo beneficiamento do *jeans*, atrelado a isto, a ausência de materiais didáticos que relacionem a temática com conceitos químicos e com as realidades destes alunos.

A ausência de materiais didáticos pode ser diminuída pela associação entre QSC e CTS, pois ao se considerar o contexto social no qual os alunos estão inseridos, pode-se levantar discussões que instiguem uma autonomia, levando-os a uma reflexão sobre seus papéis, possibilitando as tomadas de decisões em relação a um determinado tema, tornando-os ativos na transformação da sociedade (Linsingen, 2007; Santos; Mortimer, 2009). Com base nisso, o paradidático elaborado visa trazer a realidade das lavanderias através de diferentes perspectivas para dentro da sala de aula, servindo como ponto de discussão e reflexão dos problemas a elas associados, em especial, problemas ambientais e sociais, e de como a alfabetização científica relacionado com os conhecimentos químicos podem mitigar esses problemas.

Ramsey (1993) define três categorias para um tema ser considerado social, é necessário apresentar três critérios, (1) apresentar uma natureza controversa, (2) ter significado social e (3) relativo à Ciência e Tecnologia. A temática das lavanderias têxteis atende a essas três categorias, para a primeira, a controvérsia da temática se dá em diferentes esferas, seja pelos impactos ambientais causados pelo beneficiamento têxtil, condições de trabalho presentes nos fabricos e facções, ou ainda pelo grande uso de recursos naturais demandados pelas lavanderias e toda a cadeia de produção. Já para o segundo ponto a temática pode abordar além das condições de trabalho, a geração de renda proporcionada pelo beneficiamento do *jeans* e o papel das confecções para a economia e cultura local. Por fim, para o terceiro ponto, a temática pode englobar o desenvolvimento e aprimoramento do *jeans* na região, a tecnologia empregada nas lavagens, desenvolvimento de maquinários, sustentabilidade das lavanderias, controle de qualidade das peças produzidas entre outros.

Ao considerar as lavanderias como temas sociais, estas podem desempenhar um papel fundamental na formação do aluno-cidadão, pois segundo Santos e Schnetzler (1996).

Propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano do aluno, [...], pois trazem para a sala de aula discussões de aspectos sociais relevantes que exigem dos alunos posicionamento crítico quanto a sua solução. [...] é importante que a discussão dos temas seja feita através de fundamentação em torno dos conceitos químicos [...] (1996, p. 30).

Dessa maneira, a associação das QSC com o CTS permite uma participação democrática nas mudanças inerentes a sociedade, articulando conceitos químicos com questões socioambientais, integrando o conteúdo científico em contextos sociais e tecnológicos (AIKENHEAD, 1994), Linsingen (2007) contribui com isto,

[...] uma mudança de olhar [...], através da qual o ensino de ciências e tecnologia deixa de ser focado em conteúdos distantes e fragmentados, baseados em conhecimentos científicos supostamente neutros e autônomo, e passa a ser focado em situações vividas pelos educandos em seus contextos vivenciais cotidianos (2007, p. 13).

Sendo assim, abordar a temática do *jeans* no contexto das lavanderias têxteis em uma perspectiva ampla a partir de dilemas sociocientíficos, permite a compreensão do desenvolvimento econômico, social e tecnológico do Agreste Pernambucano e suas implicações, sejam elas positivas ou negativas para a região, fornecendo informações tanto para os professores quanto para os estudantes, para que possam compreender a temática e explorar a interdisciplinaridade, contemplando vários aspectos relacionados ao tema.

Portando, optou-se a construção do material em um formato semelhante a um livro impresso, o qual poderá ser disponibilizado de maneira digital (arquivo PDF).

## 5.1 CARACTERIZAÇÃO E ELABORAÇÃO DO MATERIAL PARADIDÁTICO

Nesta sessão é apresentada a elaboração do material paradidático, intitulado Fios e Histórias: o entremeado entre *jeans* e o Agreste Pernambuco.

Os materiais paradidáticos apresentam como uma de suas principais características a interdisciplinaridade, formatação diferenciada, utilização de diferentes recursos linguísticos, muitas ilustrações, com objetivo de minimizar lacunas

Deixadas pelos livros didáticos, adequando os conteúdos gerais aos temas específicos (Araújo, 2017; Melo, 2004).

Apesar da abordagem dos conceitos químicos relativos à temática estar alinhada com as demandas dos documentos norteadores, a natureza dos materiais paradidáticos permite uma liberdade na produção, não enrijecendo a produção às propostas curriculares com uma determinada sequência, Randow e Oliveira (2009) corroboram com isto,

Os assuntos abordados deverão, é claro, ter alguma relação com os conteúdos a serem trabalhados ao longo do período letivo, afinal temos uma legislação educacional em vigor e os objetivos educacionais relativos às habilidades e competências a serem atingidos pelos alunos são os mesmo em todo o país. O autor poderá, entretanto, optar por um texto mais informativo ou mais crítico, carregado de seus pontos de vista; poderá optar por obedecer a uma sequência história ou por idas e vindas ao âmbito da história e, por fim, terá liberdade na escolha da problemática a ser abordada (2009, p. 09).

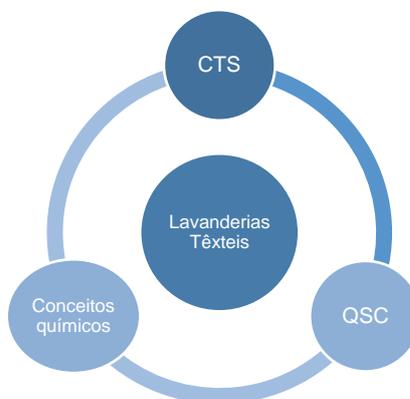
Com base nisto, que o paradidático ***Fios e histórias: o entremeado entre o jeans e o Agreste Pernambucano*** foi elaborado. Destacando a possibilidade de relacionar os conteúdos do cotidiano dos alunos (produção e as diversas etapas relacionadas ao beneficiamento do *jeans*), tendo as QSC's como plano de fundo para à abordagem CTS, e de acordo com Dal'Pupo (2015), quando os materiais didáticos bem elaborados, esses podem contribuir para informar os alunos através da atração de sua atenção e curiosidade, atenuando parte das lacunas dos livros didáticos.

Precioso e Salomão (2014) destacam que os materiais paradidáticos contribuem para o processo de alfabetização científica, pois permite a ampliação e contextualização de assuntos, devido ao fato de explorarem realidades muitas vezes desconhecidas.

Com a definição da temática das lavanderias têxteis e sua natureza controversa juntamente com as características relacionadas à Ciência e à Tecnologia, aos impactos ambientais, sociais causados pelo beneficiamento do *jeans*, além da utilização excessiva e incorreta de recursos naturais. A partir disto o paradidático foi estruturado, optando-se por trabalhar a temática por meio da abordagem CTS e QSC, contemplando alguns conceitos químicos presentes nas diversas etapas que compõem a produção de *jeans*.

Para isso foi formulado os denominados eixos estruturantes do paradidático que nortearam sua construção, a figura 2 representa esses eixos.

Figura 2 – Eixos estruturantes do material paradidático



Fonte: Autor (2024)

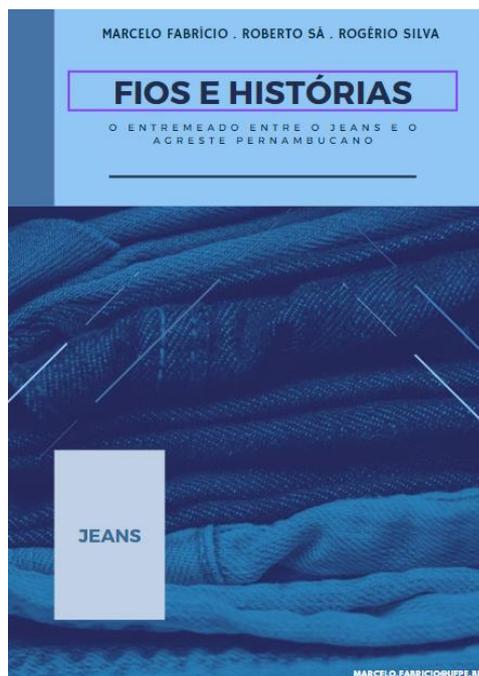
A escolha desses eixos tem como objetivo abordar a temática das lavanderias, contribuindo para a construção da narrativa, formulação das QSC e estabelecimento com a abordagem CTS, permitindo trabalhar os conceitos químicos.

As etapas de elaboração do material, constituíram inicialmente pela elaboração de uma linha cronológica sobre o desenvolvimento do *jeans*, perpassando pela sua chegada no Agreste Pernambuco e a reestruturação da região em torno das confecções, construindo assim um contexto desde o desenvolvimento do tecido até sua instalação permanente, para assim poder abordar as lavanderias têxteis.

Além disso, a busca por imagens, ilustrações, formulação de gráficos, tabelas para auxiliarem na construção da narrativa e contribuindo para dar coerência e relacionar o texto escrito com a linguagem não verbal, Santos (2008) sugere que ao utilizar recursos didáticos visuais, estes são capazes de proporcionar uma leitura mais rápida e eficaz.

Definido isto, o paradidático (ver apêndice) foi estruturado, a figura 3 corresponde a capa do paradidático.

Figura 3 - Capa do material paradidático



Fonte: Elaboração do autor (2024)

A estrutura do paradidático foi dividida em quatro capítulos mais a introdução, sendo descritos a seguir:

- **Introdução:**

É realizada uma breve retrospectiva da história dos tecidos, desde a utilização das peles de animais até o desenvolvimento dos tecidos modernos. Além disso, é abordado o desenvolvimento do *jeans*, e a incorporação do tecido como um sinônimo de moda promovido pela Levi's.

- **Capítulo 1 – *Jeans*: a peça de vestuário mais importante do Agreste Pernambucano:**

Nesse capítulo é abordado a construção do Polo de Confeções, tendo os retalhos como os precursores das confecções, e como essas se tornam a principal atividade econômica do Agreste. Assim como, o fato de o desenvolvimento acelerado da região trazer consigo altos índices de informalidade com os fabricos e facções sustentando a indústria.

- **Capítulo 2 – Azul a cor mais marcante do *jeans*:**

Para esse capítulo é abordado o processo de confecções do *jeans* e o emprego dos corantes no tingimento do *jeans*, em especial o corante índigo, dando destaque a

Classificação dos corantes e como esses são fixados nas fibras têxteis, pontuando diversos conceitos químicos referentes ao tingimento.

- **Capítulo 3 – *Jeans*: Um símbolo da moda ou um vilão ambiental?**

Nesse capítulo é apresentado o processo de beneficiamento do *jeans*, contemplando todas as etapas e seus impactos ambientais causados tanto pelo consumo de recursos naturais em especial a água e a geração de efluentes. É apresentado técnicas de tratamento de efluente e suas viabilidades. Fornecendo aos alunos-leitores um olhar mais integrado e reflexivo sobre o papel das lavanderias têxteis nos processos de beneficiamento do *jeans*,

- **Capítulo 4 – Até onde vai a nossa responsabilidade em relação aos impactos ambientais causados pelas lavanderias têxteis?**

Nesse capítulo é abordado como a moda *fast fashion* contribui para um consumo desenfreado e aumento da produção de confecções, questionando o papel do consumidor frente a esses impactos gerados pela indústria têxtil.

Dentro dos capítulos se buscou a construção de um texto com uma linguagem mais simples, característica dos materiais paradidáticos, mas sem perder o rigor científico. Combinado a isto, utilizou-se diversos recursos, associando vídeos, imagens, gráficos, tabelas e notícias. Esses recursos foram utilizados para além de um fim estético, pois de acordo com Botterntuit Junior, Lisboa e Coutinho (2011), a utilização de recursos pode contribuir para o processo de ensino e aprendizagem de diversos conteúdos, para o caso das ciências exatas que apresenta ações complicadas e que o conhecimento é visto de maneira abstrata, essa associação é de grande valor. As figuras 4 e 5, exemplificam alguns dos recursos utilizados no paradidático.

Figura 4 - Utilização de notícia como recurso alternativo

ECONOMIA

## CPRH interdita lavanderias de polo têxtil do Agreste

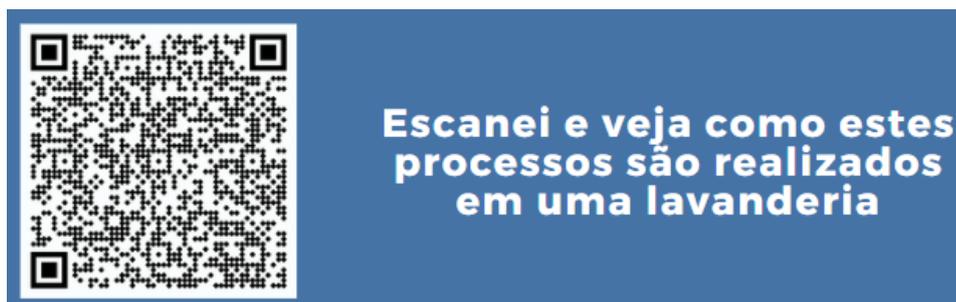
Foram interdidadas três lavanderias e outras sete foram intimadas a regularizar a situação junto à agência

Por Mariama Correia, da Folha de Pernambuco  
29/03/17 às 18h23 atualizado em 29/03/17 às 18h36



Fonte: Folha de Pernambuco (2017)

Figura 5 - Utilização de vídeos como recurso alternativo



Fonte: Elaboração do autor (2024)

Durante o material ocorre a utilização de *Qr codes* que direcionam os leitores para links específicos, como por exemplo o da figura 5, demonstra os processos de beneficiamento de uma lavanderia têxtil em Medellín na Colômbia, outros *Qr codes* mostram a produção do índigo e a vida de mulheres em facções de *jeans* em Toritama.

Ainda sobre a elaboração do material, houve uma preocupação com a estrutura, por isso o material foi pensado e adequado para que pudesse ser trabalho tanto em partes quanto em conjunto, utilizando da interdisciplinaridade para tornar isso possível. Seja utilizando a introdução e o primeiro capítulo para trabalhar aspectos históricos e sociais do *jeans* ou ainda a utilização do segundo capítulo para trabalhar reações e conceitos químicos específicos. Adequando-se a uma das competências de Ciências da Natureza, estabelecidas pela BNCC,

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2018, p. 544).

Por fim, a construção do paradidático considerou a valorização das ideias para a construção dos conhecimentos, seja descrevendo alguns fatos históricos, como o desenvolvimento do tecido denim, ou ainda sobre o desenvolvimento do polo de confecções, ou sobre o ponto de vista dos faccionistas.

## 5.2 EIXOS ESTRUTURANTES DO PARADIDÁTICO

### 5.2.1 Questões sociocientíficas como base para o CTS

As QSC constituem de temas controversos, pois envolvem diferentes esferas como as ambientais, sociais, políticas econômicas, éticas e culturais relativas ao meio científico e tecnológico, além de não possuírem uma única resposta para seus dilemas, resultando em posicionamento divergentes entre a sociedade geral e a comunidade científica (Silva, 2016).

Segundo Oniesko (2017), as QSC possuem as seguintes características,

1 envolvem o conhecimento da natureza da ciência, 2. São formadoras de opiniões e de tomada de decisão; 3. Assiduamente são noticiadas pela mídia; 4. Possuem amplitude local e global; 5. Compreendem relações sobre custo/benefício e de valores; 6. Observam a sustentabilidade; 7. Contestem o discurso ético e moral; 8. Abrangem o entendimento sobre riscos [...] (2017, p.27).

As QSC contribuem para o desenvolvimento da racionalidade crítica, possibilitando o indivíduo argumentar, criticar e tomar decisões em relação aos impactos das lavanderias têxteis. Dessa maneira as QSC podem ser utilizadas como

Discutir essa problemática é um caminho para implementar a educação CTS por meio da abordagem QSC, com as QSC abordando as problemáticas e o CTS promovendo uma formação que possibilite a tomada de decisões por parte dos indivíduos.

Com isso, foram estabelecidos no paradidático algumas QSC's, são elas:

- **Informalidade: a marca registrada do jeans:**

Para essa QSC, pode-se levantar diferentes aspectos como a crescente e dominante economia proporcionada pelas confecções, o que acarretou uma mudança estrutural em todas os municípios que compõem o Polo de confecções. Com esse rearranjo combinado com a disponibilidade de mão de obra barata, longas jornadas de trabalho há uma intensificação da informalidade, sujeitando os moradores a condições insalubres de trabalho.

- **Fabrico e facções: os corações das confecções:**

Para esta QSC pode ser vista em complementariedade da anterior, porém, está intensificada ainda mais a informalidade. Nesta QSC, as condições de trabalho são vistas através dos fabricos e facções, os responsáveis pela maioria das confecções do *jeans*. Além disso, é abordado como a precarização e submissão a condições insalubres de trabalho, dando destaque ao trabalho das mulheres, tendo em vista que são a maioria da mão de obra no processo de confecção, além disso as longas e incessantes jornadas de trabalho, pois é necessário costurar centenas de peças durante o mês, agregando diversos membros da família, seja em idade para trabalhar ou não, utilizando a própria casa como espaço de trabalho, para no fim do mês obter o mínimo para sobreviver.

- **Tingimento e beneficiamento do *Jeans*:**

Para esta QSC diversos aspectos podem ser abordados, sejam eles éticos, ambientais, políticos, sociais e econômicos, pois para que ocorra o beneficiamento é necessária toda uma estrutura por trás. Que compreende desde a plantação do algodão que se tornará fio até o tecido cru de denim que se tornará o *jeans*. As etapas que compõem o beneficiamento exigem uma quantidade de recursos imensos e com isto geram diversos impactos seja, eles positivos ou negativos para a região, tendo com o principal ponto positivo o impacto econômico, que compreende a geração de renda, aumento dos postos de trabalho e desenvolvimento econômico dos municípios e da região, já como principal ponto negativo a poluição ambiental e escassez de recursos. Levantando o questionamento de até onde é válido um em detrimento do outro?

- ***Jeans* e o consumo de água:**

Nesta QSC, o consumo de recursos é ainda mais evidenciado, pois a demanda da indústria têxtil por água é imensa, praticamente todos os processos envolvem o consumo de água. E na região Agreste caracterizado pelo semi-árido, a água é um recurso escasso, porém a demanda das lavanderias é superior a disponibilidade. O que acarreta um consumo desproporcional.

- **Problemas ambientais causados pelas lavanderias:**

Para esta QSC, é abordado os impactos ambientais causados pelas lavanderias, desde a contaminação de solos, rios, contaminação de ecossistemas e sua permanência nas águas e solos o que agrava mais ainda a contaminação. E o quanto a população está sujeita a essas mudanças.

- **Tratamento de Efluentes:**

Como os efluentes são os principais geradores de impactos ambientais pelas lavanderias esta QSC é de extrema importância, pois considerando a quantidade de lavanderias presentes na região do Polo de Confecções é preciso pensar alternativas para minimizar os impactos causado pelos efluentes, para atender aos requisitos mínimos de descarte deste, por isso o tratamento dos efluentes se torna de extrema importância, apesar da variedade de técnicas de tratamento nem todos podem ser aplicados, pois exigem altos custos de operação ou ainda não são totalmente eficientes para todos os tipos de efluentes.

- Responsabilidade frente ao consumo *Fast Fashion*

Para essa QSC foi pensado em instigar no leitor a sua responsabilidade enquanto consumidor. Pois consumir a moda *fast fashion* apesar dos seus preços menores e qualidades inferiores contribuem significativamente para o aumento dos impactos ambientais, pois a peças produzidas são praticamente descartáveis.

Essas QSC dão base para atingir os objetivos de uma educação CTS, pois contemplam diversas situações referentes ao *jeans*.

## **5.2.2 Os conceitos químicos abordados no material paradidático**

A química é frequentemente apresentada por meio de atividades que limitam o aprendizado, tornando-a técnica, seja por a química ser vista muitas vezes apenas pelas fórmulas, conceitos e definições de leis. Isto leva a um ensino baseado em memorização de fórmulas, com conceitos sendo trabalhados de maneira abstrata sem nenhuma relação com o cotidiano dos alunos. Tornando-a desinteressante mesmo estando presente no dia a dia dos alunos (Pozo; Crespo, 2009).

Buscou-se romper com essa visão da química no material paradidático, trazendo a abordagem de conceitos químicos relacionando-os ao cotidiano dos alunos e de forma contextualizada por meio das QSC e do CTS.

Com isso, o paradidático elaborado apresenta uma sequência ramificada do tema principal, ou seja, relaciona as diversas etapas antes e depois do beneficiamento do *jeans* por parte das lavanderias, sendo possível explicar e entender essas etapas a partir de um olhar científico/químico, por meio da contextualização, como explicitado na BNCC,

Contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas (Brasil, 2018, p. 12)

A formulação dessas QSC's no contexto das lavanderias têxteis permite abordar conceitos químicos específicos, pois de acordo com os temas estruturadores do ensino de química presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), cada QSC permite trabalhar conceitos dentro dos temas, exemplo disto, o tema 5 (química e atmosfera), tema 6 (Química e hidrosfera), tema 7 (Química e litosfera), podem ser vistos no capítulo 3 do paradiático. Isto pode ser corroborado pela BNCC,

O aprendizado de química no ensino médio deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas. [...] Dessa forma, os estudantes podem julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos. (Brasil, 2017, p. 87).

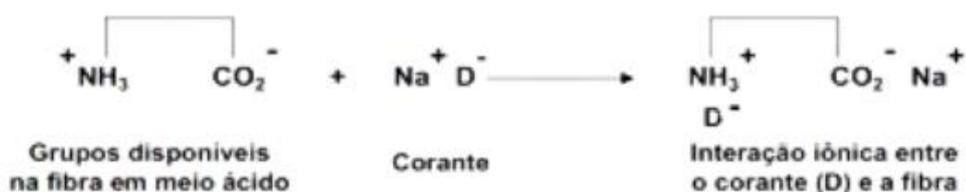
Entre os principais conceitos presentes no paradiático pode-se destacar em ordem aleatória alguns como: ligações químicas; interações moleculares; estruturas químicas; classificação de substâncias; solubilidade; concentração de substâncias, processos físicos e químicos; pH; oxidação e redução, separação de misturas. A seguir será apresentado como esses conceitos estão dispostos no paradiático.

#### 5.2.2.1 Ligações químicas

Durante a explicação de como os corantes têxteis se fixam nas fibras foi necessário apresentar os tipos de ligações que ocorrem entre a fibra do tecido e a molécula do corante, tendo em vista que determinados tipos de corantes devido às suas estruturas químicas realizam ligações químicas específicas.

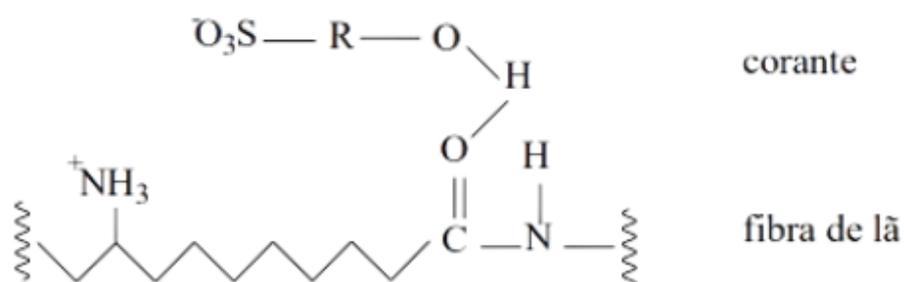
Para isso foi destacado três tipos de ligações, iônica, hidrogênio e covalente. Mostrando como essas interações ocorrem de forma representativa através das reações químicas. A figura 6 e 7 e 8 representam essas interações.

Figura 6 - Interação do corante com a fibra por meio da ligação iônica



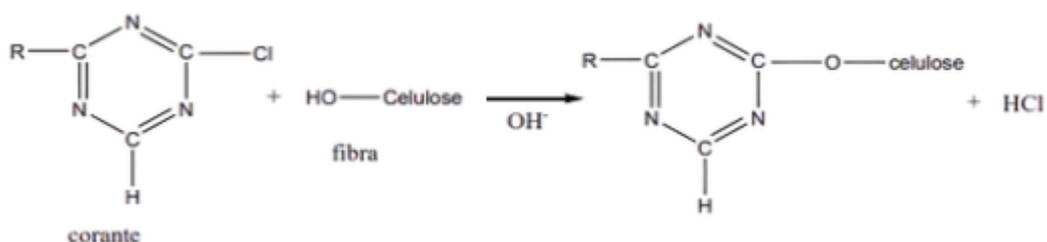
Fonte: Material Paradidático (2024)

Figura 7 - Interação do corante com a fibra por meio da ligação de hidrogênio



Fonte: Material Paradidático (2024)

Figura 8 – Interação do corante com a fibra por meio da ligação covalente

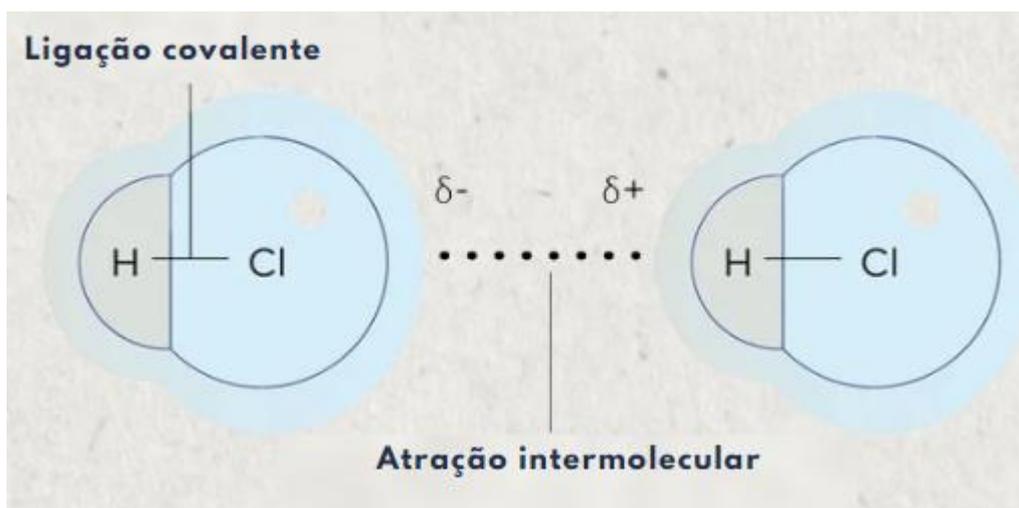


Fonte: Material Paradidático (2024)

### 5.2.2.2 Interações intermoleculares

Durante o a explicação sobre diferentes técnicas aplicadas para o tratamento de efluentes foi necessário fazer uma distinção entre as ligações químicas e as interações moleculares, pois para a técnica de tratamento baseada na adsorção por meio do carvão ativado, esta pode se dar de maneira química ou física. Para a adsorção física as partículas do corante presentes no efluente ficam retidos na superfície do carvão por meio das interações intermoleculares, diferentemente disto, na adsorção química as partículas do corante ficam retidos por meio de ligações químicas. A figura 9 demonstra a diferença entre ligação química e interações químicas. Já na figura 10 é explicitado no texto essa diferença.

Figura 9 - Interação dipolo-dipolo e a ligação química entre os átomos de hidrogênio e o átomo de cloro



Fonte: Material Paradidático (2024)

Figura 10 - Explicação da diferença entre ligação química e interação intermolecular

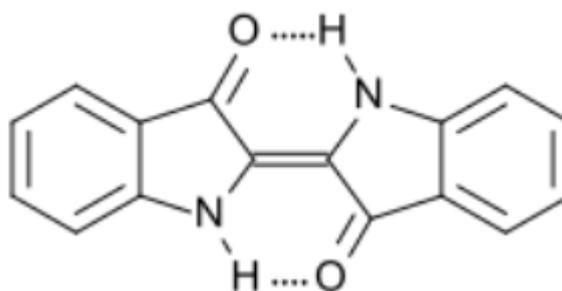
É interessante fazer uma distinção entre **interações moleculares** e **ligações químicas**, as interações moleculares ocorrem da interação entre moléculas, através de forças repulsivas ou atrativas, exemplo disto são as interações dipolo-dipolo, no qual há a interação entre dois dipolos elétricos, figura 58 representa esse tipo de interação, no dipolo-dipolo, as cargas parciais iguais de mesmo nome se repelem, enquanto as cargas parciais de nomes diferentes se atraem. Já para a ligação química, ocorre entre átomos para formar moléculas ou compostos, como no caso das ligações iônicas e covalentes, ainda na figura 58 há a representação da ligação covalente entre os átomos de hidrogênio e cloro, formando a molécula ácido clorídrico HCl.

Fonte: Material Paradidático (2024)

### 5.2.2.3 Estruturas químicas

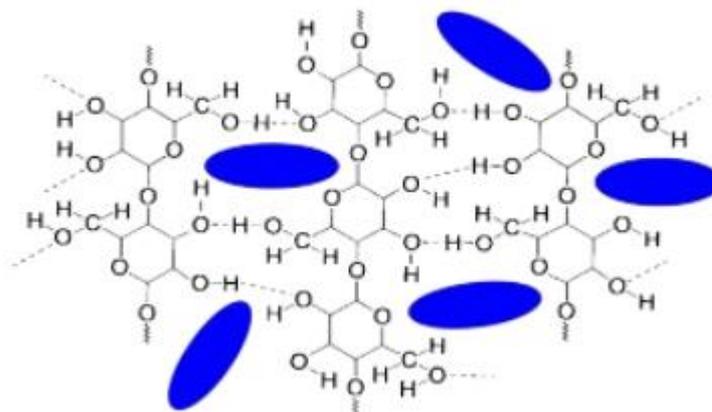
Para a abordagem do corante índigo foi veiculado por meio de uma linguagem química, representando sua fórmula estrutural, como demonstrado na figura 11. Também é utilizado o recurso de como o corante fica retido na fibra têxtil, figura 12 representa essa retenção.

Figura 11 – Estrutura química do índigo



Fonte: Material Paradidático (2024)

Figura 12 - Retenção do corante na fibra do algodão



Fonte: Material Paradidático (2024)

#### 5.2.2.4 Classificação das substâncias

Utilizou-se classificação das substâncias por meio dos tipos de corantes, cada corante possui características próprias, que os distinguem dos demais, para isso foram classificados além da maneira que se fixam nas fibras têxteis como orgânicos, inorgânicos, solúveis ou insolúveis. A figura 13 representa a classificação de um determinado tipo de corante.

Figura 13 – Classificação de um corante disperso

<p><b>Dispersos</b></p> <p>Classe insolúvel em água, devido a isso são utilizados no tingimento sob a forma de dispersão, aquosa ou suspensão coloidal, geralmente aplicado em fibras sintéticas de celulose, poliéster e poliamida.</p>	<p>(V)</p>
--	------------

Fonte: Material Paradidático (2024)

#### 5.2.2.5 Concentração

Ao abordar a presença de metais pesados em corantes nos efluentes têxteis se utilizou das concentrações para exemplificar. Na química a concentração é um indicativo da composição da mistura, sendo geralmente representada pela razão entre

Uma quantidade de uma substância e o volume da mistura, a figura 14 representa a tabela utilizada para expressar a concentração dos corantes em efluentes têxteis.

Figura 14 - Concentrações de metais presentes em cada tipo de corante

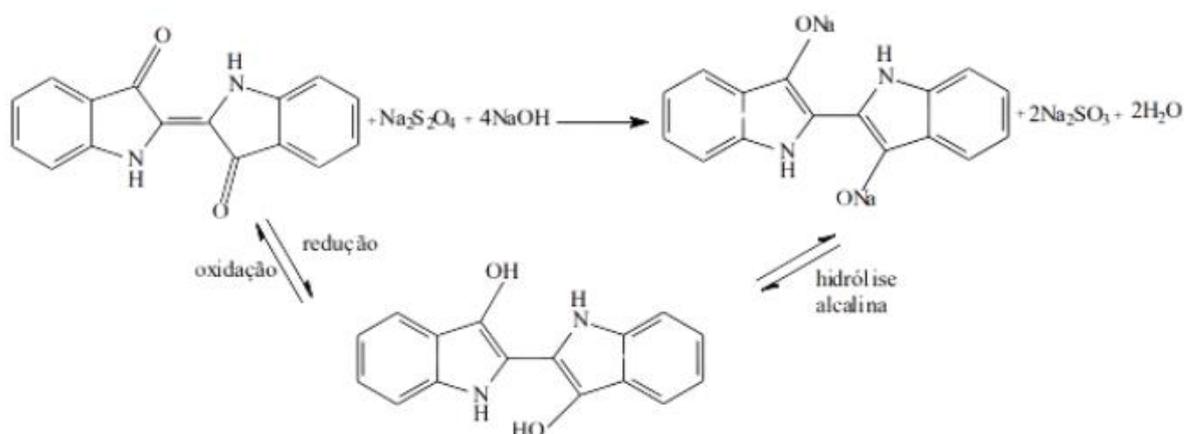
Corantes	Fibra	Metais					
		Cádmio mg/L	Cromo mg/L	Cobre mg/L	Chumbo mg/L	Mercúrio mg/L	Zinco mg/L
Reativo	Algodão	0,20	0,12	0,23	0,54	0,62	0,65
Direto	Algodão	0,16	0,07	12,05	0,42	1,39	0,87
Ácido	Poliamida	0,02	0,08	1,43	0,21	0,38	1,39
Disperso	Poliéster	0,02	0,04	3,93	0,15	0,50	0,66
À cuba	Algodão	0,05	0,07	0,37	0,42	2,20	0,83

Fonte: Material Paradidático (2024)

#### 5.2.2.6 Algumas reações químicas presentes no material paradidático

Algumas reações químicas são abordadas durante a explicação do processo de obtenção do corante índigo, exemplo disto é a reação de oxidação e redução do índigo representado na figura 15.

Figura 15 - Explicação da reação de oxidação e redução do índigo



Fonte: Material Paradidático (2024)

Para esta reação é explicado o processo de redução do índigo pelo agente redutor ditonito de sódio  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_4$ , o qual diferentemente do corante é solúvel em água, a sua utilização tem como objetivo reduzir a uma forma leuco permitindo a interação entre a fibra de celulose, posteriormente é realizado a reação de oxidação através da exposição ao ar.

#### 5.2.2.7 Separação de misturas

A separação de misturas é apresentada em uma das técnicas de tratamento de efluentes baseada na coagulação/floculação onde após a adição do agente coagulante há a formação dos blocos de coágulos, que sedimentam por gravidade no fundo dos tanques de tratamento, o que permite uma separação sólido-líquido, na figura 16 representa um recorte do texto.

Figura 16 - Descrição da técnica de coagulação para o tratamento de efluentes

Esta técnica de tratamento tem como objetivo **agrupar partículas** que estão presentes na água, essas podem apresentar carga superficial negativa, a qual pode ter origem da adsorção seletiva de íons das hidroxilas ( $\text{OH}^-$ ) ou ainda pela dissociação de grupos reativos presentes nas extremidades das moléculas, a presença das cargas negativas acaba formando uma nuvem de íons positivos e negativos, o que impede a aproximação das partículas, devido ao efeito de repulsão de cargas, a figura 54 ilustra isso.

As partículas podem estar dispostas na forma de suspensão coloidal, o que significa que possuem um diâmetro entre 1 nanômetro e 1 micrometro.

Para que haja uma aproximação das partículas é necessário a adição de uma substância coagulante, alterando as forças que tendem a manter as partículas em suspensão separadas, permitindo a aproximação, a figura 55 ilustra a adição do corante e a aproximação das partículas.

Fonte: Material Paradidático (2024)

### 5.3 CONTRIBUIÇÕES DO MATERIAL PARADIDÁTICO PARA A ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

De acordo com a BNCC, a área de Ciências da Natureza precisar ter um compromisso com a AC, por meio dela possibilitando que os cidadãos possam se

Posicionar frente as diversas problemáticas, através dos conhecimentos científicos, éticos, culturais, políticos (Brasil, 2018). Para alcançar esta alfabetização pode-se utilizar diferentes perspectivas como as QSC associadas a abordagem CTS. Zeidler (2005) destaca a importância da QSC e do CTS para a contextualização e contribuições para o ensino:

a abordagem das QSC apresenta uma reconstrução e evolução dos modelos CTS que fornece um meio de abordar não apenas as implicações sociais da ciência e da tecnologia, mas também de explorar as filosofias pessoais e os sistemas de crenças dos alunos (2005, p. 359).

As discussões e os debates que são estimulados devido ao uso das QSC, tornando-as muito adequadas para alcançar os objetivos da AC, pois para as diferentes QSC's propostas há a possibilidade de trabalhar aspectos diferentes, seja aspectos sociais, ambientais ou econômicos. Possibilitando condições que os educandos possam ser considerados alfabetizados cientificamente, sendo capazes de decodificar a linguagem científica e compreendê-la, além de conseguir descrever por meio dessa linguagem fenômenos que em outros momentos estavam que anteriormente estavam sob o efeito do senso comum.

A promoção da AC parte da importância de pensar no ensino de conteúdos de ciências de forma não neutra, que não desconsidere os aspectos sociais, a natureza do conhecimento científico, segundo Santos (2007, p. 483) “espera-se que o cidadão alfabetizado possa participar das decisões democráticas sobre ciência e tecnologia”, essa alfabetização científica e tecnológica proposta por Santos (2007), tem como objetivo que o indivíduo utilize de maneira crítica o conhecimento relacionado a ciência e tecnologia.

O paradigmático atente aos eixos estruturantes propostos por Sasseron,

a. Compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais, (b) compreensão da natureza da ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática, (c) entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (SASSERON, 2008, p. 65).

Mas ainda é possível através do paradidático como metodologia alternativa é possível promover habilidades, atitudes para o desenvolvimento da cidadania. Além disso é possível alcançar outras habilidades e competências através da AC como, a cívica proposta por Shen (1975), realizado através da estimulação a tomada de decisões a “partir de conflitos e discussões que permitam os estudantes contextualizarem socialmente os conceitos científicos, elementos da linguagem científica e aspectos sociocientíficos” (SHEN, 1975 *apud* BOCHECO, 2011, p. 121), porém não apenas isso, a AC cívica permite que os indivíduos se tornem suficientemente consciente das questões públicas relacionadas à ciência. Ou ainda é possível atingir outra categoria de AC a AC cultural, desenvolvida a partir de um ensino de ciências que considera os contextos históricos, filosóficos e social dos conhecimentos científicos (BOCHECO, 2011; SIQUEIRA *et al.*, 2021).

A AC cívica foi a mais buscada mais no material paradidático, pois está relacionada com a aquisição de conhecimento científicos que auxiliarão na resolução de problemas práticos.

Além disso, o paradidático atende aos conhecimentos mínimos que são atribuídos a AC, como os conhecimentos científicos presentes nas diversas etapas do beneficiamento do *jeans* e na busca por técnicas de tratamento para os efluentes gerados nesse processo. Isto pode potencializar a tomada de decisões individuais e coletiva, seja por um posicionamento crítico dos impactos ambientais e econômicos crescentes causados pelas confecções de *jeans* ou ainda pela responsabilização enquanto consumidor.

O paradidático através da problematização da temática das lavanderias têxteis presentes no Agreste Pernambucano pode levar a AC, atrelado a abordagem CTS, contribuem com isto. Já que a AC desenvolvida nos pressupostos do CTS pode desenvolver habilidades para a compreensão do papel da ciência, auxiliando na compreensão das implicações do conhecimento científico e seus impactos na sociedade, além do desenvolvimento de um papel crítico o uso da ciência e como esta pode auxiliar no enfrentamento da problemática local característica da região.

#### 5.4 PROPOSTA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Considerando a temática das lavanderias têxteis abordado no material paradidático, buscou-se uma maneira de aplicá-lo em sala de aula. Como alternativa

a isto foi desenvolvida uma sequência didática (ver apêndice F) a qual foi elaborada com apoio nas definições de Zabala (2007) e nos três momentos pedagógicos propostos por Delizoicov (1991).

O desenvolvimento da temática das lavanderias deu-se dentro da área de Cinética Química através do estudo da degradação de diferentes tipos de corantes. A escolha da área de Cinética Química foi motivada devido a sua grande dificuldade em ser trabalhada em sala de aula, além contextualização muitas vezes complicadas, possibilidades de interdisciplinaridade e por falta da interação do conteúdo de cinética com outros conteúdos.

Para isso a SD foi dividida em 4 etapas, totalizando 4 horas/aula. O quadro 4 representa as etapas para cada ação proposta.

Quadro 4 - Etapas da SD e descrição das atividades

<b>Etapa</b>	<b>Descrição das ações e objetivos</b>	<b>Materiais de apoio</b>
1ª aula Problematização inicial	Problematização do contexto das lavanderias através do Agreste Pernambucano por meio do material paradidático, abordando diversos aspectos relacionados ao beneficiamento do <i>jeans</i> e sua importância para a região.	Material paradidático; quadro branco; data show
2ª Aula Problematização inicial e Organização do conhecimento	Destaque ao papel das lavanderias e suas contribuições para os impactos ambientais negativos, mediante ao descarte dos efluentes têxteis coloridos no meio ambiente. Discutindo qual a importância de um tratamento prévio dos efluentes antes do descarte e destacando quando não há o emprego de tratamento há diversos problemas ambientais associados ao descarte incorreto, como a diminuição de oxigênio nos corpos hídricos levando a eutrofização e os impactos fotossintéticos. Por fim apresentando possibilidades de tratamento dos efluentes para a diminuição dos impactos ambientais causados pelos efluentes.	Material paradidático; quadro branco; data show; livro didático
3ª Aula Organização do conhecimento	início a exposição teórica do conteúdo de cinética química, abordando o que são as velocidades das reações, e as relações entre concentração e velocidade. Na sequência será destacado os fatores que influenciam na velocidade das reações, prosseguindo será apresentado as leis de velocidades, a utilização de catalisadores para o aumento da velocidade das reações e a modificação nos mecanismos de reação, por fim será discutido as reações de oxidação pois serão as importantes para compreender o experimento.	Livro didático; quadro branco; data show.

4ª Aula Aplicação do conhecimento	Ocorrerá a realização do experimento mostrando como os Processos Oxidativos Avançados (POA's) são alternativas para o tratamento dos efluentes das lavanderias têxteis, conseguindo degradar diferentes tipos de corantes. Será dado destaque ao sistema foto-fenton, o qual tem como fundamento a oxidação dos componentes do efluente.	Roteiro da prática, vidrarias e soluções.
--------------------------------------	--	---

Fonte: Autor (2024)

Como proposto por Delizoicov (1991), os momentos pedagógicos estruturam a SD, para a primeira e metade da segunda aula será feito a problematização inicial, a qual tem como objetivo dar espaço para iniciar a um novo conteúdo que tenha relação com as situações reais que os alunos vivem e presenciam. Mas estes não conseguem interpretá-las por completo, tendo em vista que não possuem conhecimentos científicos suficientes. Com isso, a problematização inicial pode estimular a necessidade de aquisição de conhecimentos que os alunos ainda não detêm.

Para a metade da segunda aula será dada continuidade a problematização, com bastante ênfase os problemas ambientais associados aos descartes dos efluentes provenientes do beneficiamento do *jeans* realizados nas lavanderias. Após isso, a segunda metade e terceira aula será dado início a organização do conhecimento, em um primeiro momento sobre os problemas associados aos descartes de efluentes, exemplificando quais são esses impactos e apresentando a alternativas no tratamento dos efluentes com o emprego de diversas técnicas.

Na terceira aula será apresentado a teoria da cinética química e os pontos mais relevantes para entender as velocidades das reações, além de entender como alguns fatores interferem nessas velocidades, e como diante disto é possível determinar as leis de velocidades. Esses momentos de organização do conhecimento dão os conhecimentos necessários para a compreensão do tema e da problemática, para este caso, possibilita a compreensão do tema de cinética química a partir da problematização das lavanderias têxteis. Com base nisto, a compreensão dessas circunstâncias possibilita a identificação de diferentes visões e explicações para os fenômenos relacionados ao tema e a problemática. Permitindo assim, uma nova visão sobre as situações reais a partir da confrontação dos conhecimentos iniciais.

Para a quarta aula o momento de aplicação do conhecimento se dá através da utilização da experimentação, que corresponde a aplicação e interpretação do conhecimento sistematizado aprendido nos momentos anteriores que auxiliarão a resolver a problemática inicial.

Para isso será feita a utilização de uma atividade experimental, essa atividade pode contribuir para aumentar a aprendizagem de conceitos científicos, além de ser uma metodologia eficiente para a criação de problemas reais através de temas que necessitem de uma contextualização e tragam consigo questionamentos (LIMA, 2020; PEREIRA, 2020).

O experimento empregado (ver apêndice G) utiliza uma das técnicas de tratamento de efluentes através do Processos Oxidativos Avançados (POA's) com foco no sistema foto-fentom, com base nas reações de oxidação as quais fundamentam o sistema escolhido.

A utilização dos momentos pedagógicos se dá pela justificativa de aproximar os alunos da construção do conhecimento. Juntamente com metodologias e estratégias utilizadas para despertar o interesse dos alunos através da contextualização e problematização e experimentação ajudando-os no desenvolvimento de conhecimentos científicos, que podem auxiliar na resolução de problemas relacionados as questões sociais, ambientais, econômicas, morais referentes ao emprego da ciência e da tecnologia. Isto contribui para o desenvolvimento dos alunos enquanto cidadão auxiliando-os nas tomadas de decisões e participação ativa na sociedade.

Com isto, propor uma SD em aulas de ciências pode contribuir no processo de iniciar a AC, pois de acordo com Costa (2018, p.80) as SD podem levar os estudantes “a pensarem sobre um problema, a criarem estratégias para resolvê-lo, de forma a desenvolver habilidades cognitivas relevantes para sua atuação na sociedade”. Assim é possível promover a AC por meio das SD, mas para isto e preciso que essas deem condições de poder analisar criticamente os problemas do cotiando, combinando isto com as QSC's apresentadas no paradidático é possível dar uma nova dimensão a realidade dos alunos, integrando diferentes áreas por meio da interdisciplinaridade para propor soluções aos problemas presentes à medida que os conhecimentos científicos são construídos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No decorrer deste trabalho observou-se que a produção do material paradidático pode contribuir para uma alfabetização científica, baseado no que a literatura fornece, pois o paradidático alicerçado na abordagem CTS e nas QSC's tendo o contexto das lavanderias têxteis como foco, permite alcançar os objetivos proposto pelo CTS, além de atingir habilidades necessárias para o indivíduo ser considerado alfabetizado cientificamente propostas tanto por Sasseron (2008) e Shen (1975).

Atingindo desta maneira, o objetivo de geral do trabalho, o de desenvolver um material paradidático sobre as lavanderias têxteis presentes no Agreste Pernambucano, a partir da articulação entre conhecimento científico, baseado na contextualização, interdisciplinaridade, apoiado em conhecimentos e competências prevista na BNCC. Atingindo também objetivos da abordagem CTS, seja trabalhando a Ciência, neste caso a Química, de maneira não neutra; promovendo o pensamento crítico, privilegiando a qualidade do ensino em detrimento do ensino tradicional.

O material paradidático produzido pode agregar bastante para discutir um contexto tão específico, como no caso do Agreste Pernambucano, contribuindo com o desenvolvimento do aluno que está inserido na região do Agreste, o que permite caracterizá-lo como um material relevante para o ensino de química e por permitir a aproximação com o contexto no qual os alunos estão inseridos por meio da química.

Podendo ser utilizado não só pelos alunos do ensino médio, mas também por professores que busquem relacionar conceitos químicos com a temática das lavanderias. Por isto, foi desenvolvido no material uma sequência didática e dois experimentos que estão relacionados à temática.

Ainda assim, será necessário a aplicação prática do material “Fios e Histórias: o entremeado entre o *jeans* e o Agreste Pernambucano” por parte de outros professores, para avaliar a sua implementação. A partir disto, será possível o aprimoramento do material paradidático, permitindo preencher lacunas presentes dentro da abordagem da temática, fazendo adaptações e introduzindo novas QSC's atuais e formulando novas sequências didáticas que contemplem a temática já proposta.

Esse trabalho estará disponível em breve no repositório da UFPE para uso tanto por professores quanto por alunos.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4005>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- AIKENHEAD, G. S. **What is STS Science teaching?** In: SOLOMON, J. and Aikenhead, G. S. ed., STS Education International Perspectives on Reform, Teacher's College Press, New York, 1994. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=74316>. Acesso em: 05 abr 2023.
- AIKENHEAD, G. **STS Education: international perspective on reform**. New York, Teachers College Press, p. 47-59, 1994. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=ED381379>. Acesso em: 02 mar 2024.
- ALVES, A. C. T.; BORGES, J. O. A. Questões sociocientíficas no ensino de química: um levantamento nos periódicos CAPES, SCIELO, REDALYC E BDTD. **Perspectivas em Diálogo: Revista de Educação e Sociedade**, v. 10, n. 22, p. 375-393, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufms.br/index.php/persdia/article/view/16461>. Acesso em 23 abr 2023.
- ARAGÃO, S. B. C.; ARAÚJO, F. M. H. Abordagem CTS na elaboração de material didático de química por professores: relato de uma experiência com uma equipe multidisciplinar. **Indagatio Didactica**, v. 8, n. 1, p. 1523-1538, 2016. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/10803>. Acesso em 04 ago 2023
- ARAÚJO, F. C. M. D. **Produção do Livro Paradidático: Uma Pitada de Sal no Ensino de Geografia**. 2017. 144 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/24323>. Acesso em: 04 mar 2024.
- ARRUDA, M. A. **Elaboração de um Material Paradidático para Discutir o Conteúdo de Polímeros no Ensino Médio: Em Foco a Interdisciplinaridade e a Contextualização no Ensino de Química**. 2020. 108 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Química) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/27749/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 25 ago 2023.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo "paradigma"? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 5, p. 68-83, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jp44NGpsBjLPrhgMz6PttHq/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- AULER.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 122-134, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/XvnmrWLG4qqN9SzHjNq7Db/>. Acesso em 24 abr 2023.

AZEVEDO, R. O. M, et al. Questões sociocientíficas com abordagem CTS na formação de professores de Ciências: perspectiva de complementaridade. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 9, n. 18, p. 84-98, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/2025>. Acesso em: 23 abr. 2023.

BANDEIRA, D. Material didático: conceito, classificação geral e aspectos da elaboração. In: CIFFONE, H. (Org.). **Curso de Materiais didáticos para smartphone e tablet**. Curitiba: IESDE, 2009. p. 13-33. Disponível em: <http://www2.videolivrraria.com.br/pdfs/24136.pdf>. Acesso em: 15 ago 2023.

BERNARDELLI, M. S. **A Interdisciplinaridade Educatica na Contextualização do Conceito de Transformação Química em um Curso de Ciências Biológicas**. 2014, 218 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000197640>. Acesso em: 22 mar 2024.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento na abordagem CTS**. 2011. 165 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/95281>. Acesso em 23 abr 2023.

BORGES, J. O. A.; ALVES, A. C. T. Questões Sociocientíficas na prática docente de professores de Química de Confresa-MT: Socioscientific Issues in the teaching practice of Chemistry teachers from Confresa-MT. **Revista Cocar**, v. 17, n. 35, 2022. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/5299>. Acesso em 23 abr 2023.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B.; LISBOA, E. S.; COUTINHO, C. P. O Infográfico e Suas Potencialidades educacionais. In: **Encontro Nacional de Hipertexto e Tecnologias Educacionais**, 2011. Disponível em: <https://periodicos.uniso.br/quaestio/article/view/695>. Acesso em: 04 mar 2024.

BOUZON, J. D. et al. O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/artigos/CP-69-17.pdf>. Acesso em: 23 abr 2023.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em 25 ago 2023

BRASIL. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. 3. ed. Brasília: A Secretaria, 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018. Disponível em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_sit e.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_sit e.pdf) Acesso em: 04 fev. 2023.

- CAMPELLO, B. S.; SILVA, E. V. Subsídios para esclarecimento do conceito de livro paradidático. **Biblioteca Escolar em Revista**, v. 6, n. 1, p. 64-80, 2018. Disponível em: <https://brapci.inf.br/index.php/res/download/100712>. Acesso em: 25 ago 2023.
- CAMPOS, V. M.; BRITO, N. N. Tratamento de efluente têxtil utilizando coagulação/floculação e Fenton. **Revista de Química Industrial**, Rio de Janeiro, v. 82. N. 743, p. 11-17, 2014. Disponível em: <https://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/15991>. Acesso em: 15 abr 2023.
- CAVALCANTI, D. B. *et al.* Educação Ambiental e Movimento CTS, caminhos para a contextualização do Ensino de Biologia. **Revista Práxis**, v. 6, n. 12, 2014. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/646>. Acesso em: 09 jul 2023.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, 22: 89-100, 2003.
- CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Educação e pesquisa**, v. 30, p. 549-566, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ep/a/GNrkGpgQnmdcxwKQ4VDTgNQ>. Acesso em: 25 ago 2023
- CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Edufba, 2018.
- COSTA, E. M. **Sequência Didática para Promoção da Alfabetização Científica na Educação em Ciências: Analisando a Temática Crustáceos**. 2018. 256 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/57756> Acesso em: 21 mar 2023.
- DAL'PUPO, D. **Sua Nova Majestade: A Soja: Um Paradidático Como Estratégia Pedagógica Para o Ensino de Química em Mato Grosso**. 2015. 197 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) – Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 2015. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/258>. Acesso em: 04 mar 2024.
- DELIZOICOV, D. **Conhecimento, Tensões e Transições**. 1991. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Estadual de São Paulo, São Paulo, 1991.
- DIONOR, G. A. *et al.* Análise de propostas de ensino baseadas em QSC: Uma revisão da literatura na educação básica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 13, n. 1, p. 197-224, 2020. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7884162>. Acesso em 25 abr 2023.
- FCEM**. Entenda a influência do polo têxtil no Agreste Pernambucano. Agreste TEX. 2019. Disponível em: <https://fcm.com.br/noticias/entenda-a-influencia-do-polo-textil-no-agreste-pernambucano/>. Acesso em 25 de mar 2023.
- FERREIRA, J. A. **Análise de parasitoses e de acidentes com artrópodes venenosos em livros didáticos do PNL D/2018 e produção de um material paradidático com abordagem investigativa**. 2020. 155 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Brasília, Brasília, 2020. Disponível em: [https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40840/1/2020\\_J%c3%baniorAlvesFerreira.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/40840/1/2020_J%c3%baniorAlvesFerreira.pdf). Acesso em 25 ago 2023.

FOUREZ, G. **A Construção das Ciências: introdução à filosofia e à ética das ciências**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Ed. da UNESP, 1995.

FREITAG, I. H. A importância dos recursos didáticos para o processo ensino-aprendizagem. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 2, p. 20-31, 2017. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArgMudi/article/view/38176>. Acesso em: 25 ago 2023

FUNARI, C. A. **Educação CTS como problematizadora de temas sociais vinculados a questões sociocientíficas: contribuições à formação de professores de química**. 2023. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ensino) - Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2023. Disponível em: [https://repositorio.unipampa.edu.br/bitstream/riu/8146/1/Dissertacao\\_Catiucia\\_Anselmo\\_Funari\\_04.04.2023.pdf](https://repositorio.unipampa.edu.br/bitstream/riu/8146/1/Dissertacao_Catiucia_Anselmo_Funari_04.04.2023.pdf). Acesso em: 03 ago 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación Ciudadana y Alfabetización Científica: Mitos y Realidades. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 42, p.31-53, 2006. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie42a02.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

GONZÁLEZ GARCÍA, M. I. *et al.* **Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología**. Tecnos, 1996. Disponível em: <https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/23076>. Acesso em: 23 abr. 2023.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000. Disponível em: [https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200001\)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C?casa\\_token=O3apch\\_sTrIAAAAA:OzLD902Ekk\\_iL6\\_I9qwp6ifrESIZTXzkjkKydaGKRdndeHsgSbCk-jZT2EkHDibmYws5Sh5r24QfMlr1](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:1%3C71::AID-SCE6%3E3.0.CO;2-C?casa_token=O3apch_sTrIAAAAA:OzLD902Ekk_iL6_I9qwp6ifrESIZTXzkjkKydaGKRdndeHsgSbCk-jZT2EkHDibmYws5Sh5r24QfMlr1). Acesso em: 23 abr. 2023

LIMA, C. A.; COPELLO, M. I. Educação ambiental desde a abordagem ciência/tecnologia/sociedade (CTS) - um possível caminho. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 173-196, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/pea/article/view/30035>. Acesso em: 06 jul. 2023.

LIMA, F. R. G. **Sequência Didática no Ensino de Termoquímica: Experimentos Investigativos Desenvolvidos em Grupo**. 2020. 168 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: [Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Sequência didática no Ensino de Termoquímica: experimentos investigativos desenvolvidos em grupo \(ufrn.br\)](https://repositorio.ufrn.br/bitstream/handle/2014/20000/1/Sequencia%20didatica%20no%20ensino%20de%20termoquimica%20experimentos%20investigativos%20desenvolvidos%20em%20grupo.pdf). Acesso em 21 mar 2024.

LINSIGEN, I. V. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Revista Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov. 2007. Acesso em: 03 mar 2024.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A. N.; AMARAL, L. C. Z. ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PESQUISA DO “ESTADO DA ARTE”. **Revista ENCITEC**, v. 5, n. 1, p. 34-47, 2015. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322641878.pdf>. Acesso em 03 ago 2023.

LOUREIRO, C. F. B.; LIMA, J. G. S. Educação ambiental e educação científica na perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): pilares para uma educação crítica/Environmental education and science education in a Science, Technological and Society (STS) approach: Basis for a critical. **Acta Scientiae**, v. 11, n. 1, p. 88-100, 2009. Disponível em: <http://posgrad.ulbra.br/periodicos/index.php/acta/article/view/57>. Acesso em: 23 mai 2023

LUZ, A. R. **O estudo de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis**. 2017. 109 p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ifg.edu.br/handle/prefix/423>. Acesso em: 23 abr 2023.

MACÊDO, J. A.; BRANDÃO, D. P.; NUNES, D. M. Limites e possibilidades do uso do livro didático de Matemática nos processos de ensino e de aprendizagem. **Educação Matemática Debate**, v. 3, n. 7, p. 68-86, 2019. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/6001/600166634004/600166634004.pdf>. Acesso em: 22 abr 2023

MANASSERO, M. A.; VÁZQUEZ, Á. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas**, v. 20, n. 1, p. 15-27, 2001.

MARTÍNEZ PÉREZ, L. F. **Questões sociocientíficas na prática docente: ideologia, autonomia e formação de professores**. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

MARTINS, A. L. S. **Uma Proposta de Sequência Didática para o Ensino de Eletrólise na Educação Básica**. 2017. 60 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência Naturais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2017. Disponível em: [bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMT\\_1c406d900b125b40cdc1095efd368334](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFMT_1c406d900b125b40cdc1095efd368334). Acesso em: 21 mar 2024,

MÉLO, L. B. **Competências gerenciais e desempenho organizacional: um estudo envolvendo as lavanderias industriais do Polo Têxtil do Agreste Pernambucano**. 2022. Dissertação (Mestrado em Gestão, Inovação e Consumo) – Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/46555>. Acesso em: 18 abr 2023.

MESACASA, A.; DEMINSKI, C. C. D. Fibras Têxteis Sintéticas e a Liberação de Microplásticos: Uma Revisão: Synthetic Textile Fibers and the Release of Microplastics: A Review. **MIX Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 80-90, 2023. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5434>. Acesso em 18 abr. 2023.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. Alfabetização científica no ensino de química: um olhar sobre os temas sociais. **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, v. 14, 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0717-2.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2023.

MUKANATA, K. **Produzindo livros didáticos e paradidáticos**. 1997. 223 p. Tese (Doutorado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 1997. Disponível em: <https://sapientia.pucsp.br/handle/handle/10559>. Acesso em: 07 ago 2023.

NASCIMENTO, I.; *et al.* Portfólio de experimentos para o ensino de química básica na formação farmacêutica. **Revista Arquivos Científicos (IMMES)**, v. 2, n. 2, p. 101-110, 2019. Disponível em: <https://arqcientificosimmes.emnuvens.com.br/abi/article/view/213>. Acesso em: 25 abr 2023.

NIEZER, T. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. A utilização de revistas de divulgação científica no ensino de química em um abordagem ciência-tecnologia-sociedade visando a alfabetização científica e tecnológica. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 3, p. 877-899, 2012. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/3471>. Acesso em: 23 abr 2023.

OLIVEIRA, R. G. **Caracterização das águas e efluentes em lavanderias de jeans no agreste pernambucano**. 2008. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/5169>. Acesso em: 18 abr 2023.

ONIESKO, S. H. F. **Proposta CTS para Abordar Questões Sociocientíficas com Estudantes de Licenciatura Através de Discussões Acerca dos Desastres de Fukushima e Mariana**. 2017, 153 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Universidade Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/3244>. Acesso em 07 mar 2024.

PALACIOS, F. A.; OTERO, G. F.; GÁRCIA, T. R. **Ciencia, Tecnología y Sociedad**. Madrid: Ediciones Del Laberinto, 1996.

PEREIRA, V. B. **Sequências Didática Baseadas na Problematização e Experimentação Sobre os Polímeros**. 2020. 95 p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. Disponível em: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7449>. Acesso em: 21 mar 2024.

PEZZOLLO, D. B. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. 2.ed. São Paulo: Ed. Senac, 2009.

POZO, J. I. CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências: do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico**. Tradução Naila Freitas. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PRECIOSO, N. L.; SALOMÃO, S. R. Leitura em Aulas de Ciências: a Contribuição dos Livros Paradidáticos. **Revista da SBEnBIO**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 7, p. 5969-5977, 2014. Acesso em: 05 mar 2024.

PRIYAMBODO, E; WULANINGRUM, S. Using Chemistry Teaching Aids Based Local Wisdom as an Alternative Media for Chemistry Teaching and Learning. **International Journal of Evaluation and Research in Education**, v. 6, n. 4, p. 295-298, 2017. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ1166889>. Acesso em 25 abr 2023.

PRSYBYCIEM, M. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; SAUER, E. Experimentação investigativa no ensino de química em uma abordagem CTS a partir de um tema sociocientífico no ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 17, n. 3, p. 602-625, 2018. Disponível em: [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC\\_17\\_3\\_5\\_ex1433.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_3_5_ex1433.pdf). Acesso em: 23 abr. 2023.

QUEIROGA, G. M.; LAMARDO, E. Z.; MELO, D. C. P. Desempenho de ETES de Lavanderias Têxteis do Polo de Confecções do Município de Caruaru, Agreste Pernambucano, que Utilizam Processos Físico-Químico. **REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA**, v. 13, n. 2, p. 55-71, 2019. Disponível em: <http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/367>. Acesso em: 05 Ago 2023

RAMOS, M. D. N. et al. Análise crítica das características de efluentes industriais do setor têxtil no Brasil. **Revista Virtual de Química**, v. 12, p. 913-929, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Andre-Aguiar-4/publication/343953218\\_Critical\\_Analysis\\_of\\_the\\_Characteristics\\_of\\_Industrial\\_Effluents\\_from\\_the\\_Textile\\_Sector\\_in\\_Brazil/links/5f5905f892851c0789584218/Critical-Analysis-of-the-Characteristics-of-Industrial-Effluents-from-the-Textile-Sector-in-Brazil.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Andre-Aguiar-4/publication/343953218_Critical_Analysis_of_the_Characteristics_of_Industrial_Effluents_from_the_Textile_Sector_in_Brazil/links/5f5905f892851c0789584218/Critical-Analysis-of-the-Characteristics-of-Industrial-Effluents-from-the-Textile-Sector-in-Brazil.pdf). Acesso em: 23 abr 2023.

RAMSEY, J. The Science education reform movement: implicarions for social responsibility. **Science Education**, v. 77, n. 2, p. 235-258, 1993. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?id=EJ478400>. Acesso em: 04 mar 2024

REZZADORI, C. B. D. B; CUNHA, M. B. Produção de material didático: uma proposta para química ambiental na escola. **Varia Scientia**, v. 5, n. 9, p. 177-188, 2005. Disponível em: <https://saber.unioeste.br/index.php/variascientia/article/view/56>. Acesso em: 22 abr 2023.

RIBEIRO, R. A. M.; MACHADO, P. F. L.; STRIEDER, R. B.; SILVA, R. R. Ciência-Tecnologia-Sociedade, Alfabetização Científica e Questões Sociocientíficas: semelhanças e diferenças. **Indagatio Didactica**, v. 15, n. 1, p. 43-58, 2023. Disponível em: <https://proa.ua.pt/index.php/id/article/view/32117>. Acesso em: 02 ago 2023.

ROCHA, C. M. R. S. Análise do consumo de água e produtos químicos em indústrias têxteis no Agreste Pernambucano. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, n. 1, p. 581-594, 2021. Disponível em: <https://sustenere.co/index.php/rica/article/view/CBPC2179-6858.2021.001.0047>. Acesso em: 18 abr 2023.

RODRIGUEZ, A. S. M. **Abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS): contribuições para a profissionalização docente**. 2018. 212 p. Tese (doutorado em educação em ciências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/180977>. Acesso em: 23 abr 2023.

RONDOW, N. V. J., OLIVEIRA, L. M. L. P. R. O Ensino da Termodinâmica na Perspectiva Sociointeracionista: Proposta de um Livro Paradidático. **VII ENPEC – Encontro Nacional de Ensino de Ciências**, Florianópolis, 2009. Acesso em: 04 mar 2024.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, número especial, nov de 2007.

SANTOS, W. L. P. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: revista de educação em ciências e matemáticas**, v. 9, n. 17, p. 49-62, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/1647>. Acesso em: 23 abr 2023.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2009. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/355>. Acesso em 04 mar 2024.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2000. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/1295/129518326002.pdf>. Acesso em: 23 abr 2023.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. 4. ed. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2015.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: Estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008. 281 p. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008 Disponível em: <repositorio.usp.br/item/002263232>. Acesso em: 22 mar 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 29-77, 2011.

SCHNETZLER, R. P. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. **Ensino de Química em Foco**. Org: SANTOS, W. L. P., MALDANER, O. A. - Ijuí: Ed. Unijuí, 2013- Cap. 2 p.51-75.

SCIAMARELLI, A., FERREIRA, F.C., SILVA, L.H.A., **Formação continuada dos professores de ciências, conteúdos de botânica: amar ou odiar?** 2009.

SHEN, B. S. P. Views: Science Literacy: Public understanding of science is becoming vitally needed in developing and industrialized countries alike. **American scientist**, v. 63, n. 3, p. 265-268, 1975. Disponível em: [https://www.jstor.org/stable/27845461?casa\\_token=vubKZd9Q9f8AAAAA:l36ZRfTmJYhy7jNWH9VAJfWzBrsiTu1ABJ0HTF8TZQVrgfyZTIMsffoeYxkrvVrhMK7SI89UaEh6FexfKZ9LpQaeegE3CrDvFaNnWMkijqjva4v38i3u](https://www.jstor.org/stable/27845461?casa_token=vubKZd9Q9f8AAAAA:l36ZRfTmJYhy7jNWH9VAJfWzBrsiTu1ABJ0HTF8TZQVrgfyZTIMsffoeYxkrvVrhMK7SI89UaEh6FexfKZ9LpQaeegE3CrDvFaNnWMkijqjva4v38i3u). Acesso em 22 abr 2023.

SILVA, D. P. **As Dimensões Ética e Científica na Formação para Tomada de Decisão Sobre Uso de Animais nas Ciências em um Contexto de Educação CTS**. 2016. 132 p. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/22017>. Acesso em: 07 mar 2024.

SILVA, R. F. **Degradação de Corante de Efluente têxtil por Processo Oxidativo Avançado**. Tese (Doutorado em química). 2015. 106 p - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17383>. Acesso em 15 abr 2023.

SOUZA, A. P. C.; SOUZA, E. A. M.; PEREIRA, N. C. Análise da Utilização do Coagulante Tanino na Remoção de Cor, Turbidez e DQO do Efluente Têxtil de uma Lavanderia Industrial. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, p. 1-7, 2014. Disponível em:

<https://pdfs.semanticscholar.org/373e/a6ffe9d97325d98b20c21c7b1cca6e9a4507.pdf>  
f. Acesso em: 17 abr 2023.

STRIEDER, R. B.; KAWAMURA, M. R. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017. Disponível em:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6170737>. Acesso em: 23 abr 2023.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. E. R. As Habilidades Cognitivas Manifestadas por Alunos do Ensino Médio de Química em um Atividade Experimental Investigativa.

**Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 8, n. 2, 2008.

Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5716/571666044005.pdf>. Acesso em: 22 mar 2024.

VASCONCELLOS, C. S. **Construção do conhecimento em sala de aula**. 11. ed. São Paulo: Libertad, 2000.

VASCONCELOS, S. D.; SOUTO, E. O livro didático de ciências no ensino fundamental-proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 01, p. 93-104, 2003. Disponível em:

[http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000100008&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132003000100008&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 23 abr 2023.

VIANA, M. A. **Avaliação da eficiência de estação de tratamento de efluente de lavanderia de beneficiamento de jeans no arranjo produtivo local têxtil do agreste pernambucano – um estudo de caso**. 2019. 104 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2019. Disponível em:

<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede/handle/tede2/8306>. Acesso em 18 abr 2023.

YAGER, E. **History of science/technology/society as reform in the United States**. Albany: State University of New York Press, 1996.

ZABALA, A. **A Prática Educativa: como ensinar**. Tradução: Rosa, E. F. F, ArtMed: Porto Alegre, 1998, Reimpressão 2007, 234 p.

ZEIDLER, D. L. et al. Beyond STS: A research-Based Framework For Socioscientific Issues Education. **Wiley Periodics Interscience**, p. 358-377, 2005.

Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.20048>. Acesso em: 05 mar 2024.

## APÊNDICE A – INTRODUÇÃO

FIOS E HISTÓRIAS: O ENTREMEADO ENTRE O JEANS E O AGRESTE PERNAMBUCANO

# INTRODUÇÃO

3

“As peles usadas para cobrir e proteger do frio já haviam criado a distinção entre o bom e o mau caçador” (ALVES, p. 39, 2009).

Antes de abordarmos a importância do jeans para a economia e a cultura do Agreste Pernambucano é importante retroceder alguns séculos na história, e entender quando o homem deixou de andar nu e passou a utilizar os tecidos compostos por diferentes fibras para aquecer-se, cobrir partes íntimas e vulneráveis, transpondo para outras funções como de uma identidade ou até mesmo a identificação de uma determinada classe social.

### »»» DAS PELES DE ANIMAIS AOS TECIDOS

Os tecidos fazem parte da história humana, desde a antiguidade são utilizados nas suas mais diversas formas e cores. Séculos nos separam dos nossos antepassados que utilizavam peles de animais como vestimentas, as quais por serem em sua grande maioria pequenas, tinham que ser costuradas juntas para cobrir o corpo perto do tamanho ideal.

A evolução dos tecidos acompanha a evolução da humanidade, desde o uso de saiotos feitos de couros de animais no período paleolítico para a produção de linho na Mesopotâmia, dando início a substituição das peles.

Através do desenvolvimento de técnicas de tecelagem, os tecidos fabricados principalmente de algodão passaram a representar diferenças sociais, distinguindo os nobres e as classes mais baixas. No decorrer da história os povos que possuíam o protagonismo na sua região tinham vestimentas características, símbolos da hierarquia e prestígio social, exemplo disto são os egípcios com a utilização de tangas e túnicas, já os gregos com sua peça mais características o quiton, uma túnica de linho e Roma com sua característica toga.

A idade média traz consigo uma diferenciações na costura, artesão começam a deixar as roupas mais refinadas, com utilização de outros tecidos como linho, seda.

As diferenciações entre pessoas de diferentes classes sociais se tornam ainda mais acentuada no período renascentista, a nobreza francesa cria um ciclo de produção de roupas, onde as roupas tinham exclusividade, dando origem ao conceito de moda, que de maneira geral pode ser entendido como a maneira de um indivíduo se comportar, gerando um mercado de roupas exclusivas e limitadas.

A revolução industrial, permite a produção de tecidos mais eficientes e acessíveis, a produção em larga escala e a introdução de novos tecidos e materiais como nylon e poliéster e o desenvolvimento de novos tecidos tal qual o jeans, potencializam o ramo das confecções.

FONTE: FREEPIK



## “JEANS O UNIFORME DO MUNDO”

O jeans hoje é considerado o uniforme do mundo, sendo os maiores representantes as calças jeans. Tornando-se parte integrante da vida cotidiana, tanto que nem nos perguntamos de onde elas vêm, muito menos como são fabricadas ou ainda qual a história por trás de uma simples calça jeans.



Tecido produzido em Genova na Itália



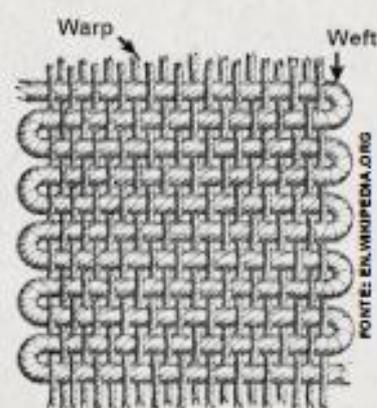
Entrelace de fios resultam em uma alta durabilidade

A origem do denim, tecido responsável pela fabricação do jeans ainda é incerta, mas historiadores apontam para a cidade Francesa de *Ninmes*. Com origem a partir da tentativa dos artesãos de reproduzirem um famoso tecido de algodão chamado “jeane”, em homenagem à cidade de Gênova, porém na tentativa acabaram desenvolvendo um tecido entrelaçado mais resistente o qual chamaram de denim.

**“Jeans: Tecido de algodão compacto, tingido com índigo blue”**

Uma das principais características do denim é a sua forma de construção, na qual se baseia em componentes básicos da tecelagem, combinando duas técnicas a trama e a urdidura (warp and weft), que transformam linha ou fio em tecido. Nessa combinação a urdidura é o fio colorido geralmente azul, já a trama é o fio branco, a figura 1, demonstra como esses fios são trançados

Figura 1. Técnica de entremear os fios para a formação do tecido



Enquanto os fios da urdidura são mantidos sob alta tensão durante o processo de tecelagem os fios da trama praticamente não possuem tensão, essa interposição dos fios resulta em um lado dominado pelos fios de trama branco e o lado oposto dominado pelos fios da urdidura, esse processo resulta em um tecido altamente durável

**“denim é um dos tecidos mais antigos do mundo, porém ainda se mantém eternamente jovem”**



Sua versatilidade tornam-no mundialmente popular

# O JEANS AZUL QUE RESISTIU AO TEMPO

HAUCK BROTHERS  
LIVE OAK, CALIFORNIA

## LEVI STRAUSS COPPER RIVETED OVERALLS



### »»» O INÍCIO

Devido a sua durabilidade e resistência o jeans passa a ser utilizado por mineradores durante a corrida do ouro nos Estados Unidos, substituindo as antigas roupas que não duravam muito tempo e que se rasgavam com grande facilidade.

Figura 2. Propaganda evidenciando a durabilidade e resistência do jeans Strauss



É neste contexto que Levi Strauss entra em cena, imigrante alemão que chega a São Francisco nos Estados Unidos. Strauss juntamente com o alfaiate Jacob Davis, desenvolvem o jeans clássico, na tonalidade azul, com bolsos e rebites, tornando-se mais resistente e adequados para o trabalho. Após isto, Strauss e Davis patentearam sua criação, pois ao adicionarem os rebites melhoraram a fixação dos bolsos, antes alvo de reclamações dos trabalhadores.



Figura 3. Propaganda dos macacões destinado para os trabalhadores

Com o vencimento da patente de Strauss em 1890, diversos fabricantes puderam replicar o estilo da Strauss & Co. Devido a sua robustez e durabilidade o jeans foi utilizado como padrão para todos os trabalhadores durante a primeira guerra mundial, tornando-se amplamente utilizado.

Figura 4. Propaganda destacando o jeans



# POPULARIZAÇÃO DO JEANS



Figura 5. Marlon Brando

GOOGLE.COM/AVES TELEMANUAL/NOTICIA/2017/157/AMERSONEATCZARTEL.COM/BRANDO-E-ELVIS-PRISLEY-OS-KINGES-DO-JEANS.HTML



Figura 6. Elvis Presley

GOOGLE.COM/TESTEOMANUAL/NOTICIA/2017/157/AMERSONEATCZARTEL.COM/BRANDO-E-ELVIS-PRISLEY-OS-KINGES-DO-JEANS.HTML



Figura 7. James Dean

GOOGLE.COM/AVES TELEMANUAL/NOTICIA/2017/157/AMERSONEATCZARTEL.COM/BRANDO-E-ELVIS-PRISLEY-OS-KINGES-DO-JEANS.HTML



Figura 8 Farrah Fawcett

GETTY IMAGES

A versatilidade do jeans ajudou na sua popularidade. Porém, Hollywood impulsiona isto, quando começa a fazer filmes de cowboys, os quais usavam jeans nas décadas de 1920 e 1930, popularizando o visual e cimentando a ideia de que cowboys e jeans azuis pertenciam um ao outro. Essa associação com estrelas do cinema causou uma aproximação com o público que procurava roupas casuais para vestir. Diversas estrelas do cinema e da música redefiniram o uso do jeans Marlon Brando, James Dean, Elvis, Marilyn Monroe, Farrah Fawcett, estão entre os responsáveis.

Nas décadas seguinte o jeans adentra ainda mais na sociedade incorporando novos estilos ao tecido, com a adição de novos bolsos, juntamente com substituição dos botões pelo zíper.

Os jeans sofreram diversas mudanças aos logo das décadas, passaram a ser considerados artigos de estilo, se popularizando entre os jovens após a proibição dessa vestimenta em algumas escolas, essa proibição alavancou ainda mais o seu uso, sendo associados à rebeldia, individualidade e autoexpressão. Em paralelo também se tornou popular entre motociclistas, tornando-se símbolo da contracultura.

A sua popularização é tanta que se olharmos ao redor veremos pessoas utilizando jeans, sendo utilizados independentemente de recortes demográficos, considerados vitais hoje em dia, representando uma imagem de juventude, qualidade dinâmica, versatilidade e utilidade. Sendo assim, podem ser encontrados em praticamente todas as lojas de varejo.

## APÊNDICE B – CAPÍTULO 01



## CAPÍTULO 1

**JEANS**

A peça de vestuário  
mais importante do  
agreste Pernambucano

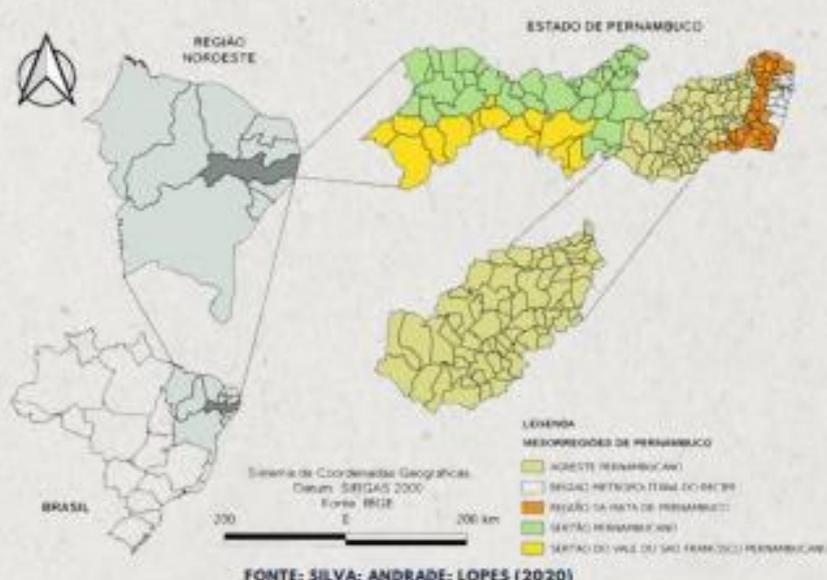
---

Marcelo.Fabricio@ufpe.br

# O TRIÂNGULO DE CONFECÇÕES DO AGRESTE

*“Grandes outdoors anunciando jeans, roupas de praias e vestidos dão as boas vindas a quem chega nas cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, cidades da região Agreste de Pernambuco” (RANGEL; CORTELETTI, 2022, p. 2.*

FIGURA 9. LOCALIZAÇÃO DO AGRESTE PERNAMBUCANO



Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, esses três municípios juntos representam um papel importante para o desenvolvimento econômico e social da região agreste, compreendem o chamado triângulo de confecções do Agreste Pernambucano. Apesar de ser uma região sem tradição industrial, marcada por um declínio de uma economia baseada em pecuária, algodão e agricultura, em razão das grandes secas que assolam a região. Hoje o triângulo de confecções destaca-se como um dos principais centros de produção de confecções e comércio popular do Brasil.

O desenvolvimento do polo de confecções remonta a década de 1950, a partir da produção artesanal de materiais simples conhecidos como “retalhos”, esses eram destinados para mercados populares como as Feiras da Sulanca. Essas atividades de confecções surgem como alternativa às atividades de pecuária, cultivo de algodão e produção agrícola, as quais se desenvolviam com dificuldades, tendo em vista as características climáticas, representadas por períodos de seca.

Dentre os três municípios que compõem o triângulo de confecções, Santa Cruz do Capibaribe foi o pioneiro na produção de sulanca, que consistia em trabalhos artesanais com retalhos dos rejeitos industriais têxteis do Recife.

## Você sabia que...

Sulanca é uma corruptela das palavras sul (origem geográfica) e helanca (material de retalhos), pois identificava os tecidos de helanca vindos do sul do país.

FIGURA 10. SULANQUEIROS



FONTE: RANÔEL CORTELETTI (2022)

## RETALHOS, OS PRECURSORES DO JEANS

Esses retalhos eram trazidos por comerciantes que viajavam à capital para vender seus produtos e retornavam com sacos cheios de retalhos de tecidos para revender. Eram utilizados para confeccionar roupas íntimas, peças simples de vestuário, mantas, cobertores, roupas para crianças e roupas para o trabalho no campo, os quais eram comercializados em feiras locais.

### “Da feira da sulanca ao polo de confecções”

Os retalhos tinham um custo zero, já que eram obtidos inicialmente dos descartes das fábricas têxteis de Camaragibe, Macaxeira e Paulista. Esses retalhos eram os restos e refugos das grandes fábricas têxteis. Porém, com o crescimento da produção e um maior desenvolvimento das atividades, juntamente com a intensificação do comércio em torno dos retalhos, as indústrias passaram a cobrar por eles, atribuindo assim um valor agregado. Devido à alta demanda, toneladas de retalhos oriundas do Brás eram destinadas a Pernambuco para a produção de confecções com baixo valor agregado.

9

FIGURA 11. FEIRA DA SULANCA EM CARUARU



FONTE: ELVIS EDSON/ 01

Este cenário impulsiona a indústria Agrestina, favorecendo um crescimento das feiras locais, sendo popularmente conhecidas como Feiras da Sulanca, caracterizadas por oferecerem produtos com acabamentos simples e de qualidade inferior, destinados a pessoas de baixa renda. Tendo as sulancas um potencial econômico muito grande, os municípios circunvizinhos adentram neste novo mercado consumidor, fazendo com que atividades de confecção se desenvolvessem, atraindo cada vez mais pessoas e empreendimentos para a região.

### “Dos restos de tecidos a um império às margens do Rio Capibaribe”

# POLO DE CONFEÇÕES

10

## A incorporação de novos municípios

*O polo de confecções do Agreste de Pernambuco é um aglomerado de iniciativas produtivas e comerciais relacionadas ao setor de confecções, com foco em roupa casual, brim (jeans, bermudas, saias, shorts e camisas), malharia (camisetas, tops, blusas, vestidas). (SILVA, 2022, p.22-23)*

O desenvolvimento econômico gerado pela sulanca em Santa Cruz do Capibaribe, engloba outros municípios. Toritama adentra a esse novo mercado das confecções como alternativa ao declínio da indústria calçadista a partir da década de 1980, a confecção passa a ser uma alternativa viável. A opção pelas roupas em especial o jeans, tornou-se preferível pela semelhança do tecido em sua forma bruta, com a textura do couro utilizado na fabricação de calçados. Com a utilização das máquinas de confecções de calçados, a produção de jeans tem início e é impulsionada.

Apesar da modernização proporcionada pelas máquinas de calçados e também pelas máquinas industriais de baixa rotação, substituindo o trabalho manual da agulha e linha. A maior parte das confecções são realizadas por mão de obra familiar, os quais utilizam suas próprias casas para a confecções dos jeans. Esses espaços são denominados fabricos, onde uma boa parte da família que participa do processo produtivo.

FIGURA 12. CENA DOCUMENTÁRIO: "ESTOU ME GUARDANDO PARA QUANDO O CARNAVAL CHEGAR"



FONTE: DIÁRIO DE PERNAMBUCO

Caruaru tem uma entrada um pouco mais tardia nas confecções, por já ser considerada um polo regional, devido as suas feiras de gado, artesanato, com uma economia pré-sulanca já estabelecida. Sua localização entre a capital Recife e o sertão Pernambucano, favoreceu a presença de feiras locais. Essa entrada do município de Caruaru no polo de confecções se dá de início com a produção e comercialização da sulanca.

FIGURA 13. FABRICO DE CONFEÇÕES EM TORITAMA



FONTE: DIÁRIO DE PERNAMBUCO

A incorporação de novos municípios e novas tecnologias resultaram em uma cadeia produtiva mais estruturada, resultando em uma modificação profunda na região. A adesão de Caruaru traz consigo as lavanderias têxteis, ausentes em Toritama e Santa Cruz, estas são responsáveis pelas últimas etapas da produção. Antes só disponíveis em Recife. As lavanderias permitem uma melhora no tecido, empregando técnicas de lavagem, amaciamento, tingimento e descoloração do jeans, garantindo mais conforto e possibilidades estéticas.

A década de 1990, acarreta novas mudanças, há uma transformação no setor têxtil da região, expandindo e agregando novas unidades com serviço associados ao bordado, serigrafia e as lavanderias. A década seguinte, ocorre um alinhamento do padrão de desenvolvimento das cadeias de confecções nacional e internacional.

Ainda nessa década há um movimento de instituições privadas e públicas para alterar o nome feira da sulanca para Polo de Confecções do Agreste. Com isso, a ideia era desconstruir a imagem que se tinha sobre a sulanca, a qual sempre esteve associada a produtos de baixa qualidade.

## DA ROUPA À MODA

FIGURA 14. PRIMEIROS COMERCIANTES DE RETALHOS



FONTE: BRAGA (2019)

O surgimento da sulanca, impulsionou as atividades comerciais do Agreste Pernambucano, tornando-se essencial. A sulanca que inicialmente se desenvolve em Santa Cruz do Capibaribe, ao se tornar alternativa para a cidade, se espalha através das feiras populares e de agentes como os sacoleiros, sulanqueiros e comerciantes externos, atingindo outros municípios Agrestinos como Caruaru e Toritama.

FIGURA 16. PEQUENAS UNIDADES PRODUTIVAS DE SULANCA



FONTE: BRAGA (2019)

A inserção da sulanca através das feiras populares, começou a estabelecer um espaço apenas para a comercialização da sulanca, juntamente com a articulação entre as feiras populares da região, principalmente entre Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama, levou-se a criação de um espaço para o comércio específico do sulanca, as Feiras da Sulanca.

Esse dinamismo entre as cidades tinham uma característica em comum, apresentando preços baixos quando comparados aos de mercado, o que possibilitou a revenda, e maior comercialização.

FIGURA 15. FEIRA POPULAR DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE



FONTE: BRAGA (2019)

## DA ROUPA À MODA

12

*“Se há um protagonista na história de formação deste polo de confecções, ele é o sujeito coletivo da população do Agreste [...]” (RANGEL; CORTELETTI, 2022, p. 11).*

FIGURA 17. FEIRA DA SULANCA EM SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE - 1980



FONTE: BRAGA (2019)

Os preços baixo ainda são uma característica das confecções produzidas no Polo de Confecções, isso permitiu que a sulanca participasse de feiras populares de outros estados, provocando comércio entre as feiras da sulancas e outros estados brasileiros. Essa expansão da sulanca, coloca-a em uma posição central da dinâmica econômica do Agreste, projetando-se regionalmente e nacionalmente.

Essa projeção causada pelas feiras, fazem com que o Polo de Confecções do Agreste começasse a competir com outros arranjos produtivos do país, como o do Ceará e o de São Paulo. Devido a esse destaque, a conseqüentemente uma geração de empregos nas fábricas, facções e fabricos, começa a haver uma migração para a região de diferentes estados, revertendo o processo de êxodo característico da região.

A produção e comercialização do jeans impulsiona a cadeia produtiva do Polo, baseado nas calças americanas US TOP, a calça jeans era fabricada inicialmente em Toritama e posteriormente comercializada através das feiras em Caruaru e Santa Cruz do Capibaribe.

O desenvolvimento dessa calça trouxe consigo mudanças nos modos de produção, seja pela utilização de lavanderias têxteis que eram capazes de alterar através dos processos de lavagem a textura e a aparência do jeans, seja pela capacidade de produzir mais peças devido ao incremento de tecnologia nas unidades produtivas.

Outro ponto importante para o desenvolvimento das calças foi a incorporação de máquinas de costura indústrias, as quais geraram uma maior velocidade de produção.

Esses fatores levaram a uma demanda por profissionais qualificados, como estilistas, modelista, há nesta época um avanço na capacitação a partir de cursos profissionalizantes e cursos técnicos para os confeccionistas.

É importante destacar que essa mudança no gerenciamento das facções, fabricos é fruto dos confeccionistas da região, tudo isso com o objetivo de oferecer não mais um jeans confortável mais sim um produto de moda

## UMA NOVA IDENTIDADE PARA A SULANCA

*"[...] Foram os próprios confeccionistas locais os criadores da estrutura do aglomerado. Foram eles os desencadeadores de mudanças relativas ao modo de gerenciar as empresas, criar e produzir roupa e depois moda [...]" (ALVES, 2009, p,54)*

A consolidação do polo de confecções leva à criação de três centros comerciais nas cidades de Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama. O primeiro centro comercial é inaugurado em Toritama em 2001, chamado de Parque das Feiras, construído por iniciativa de empresários locais.

Anos depois em 2004 é chegada a vez de Caruaru em inaugurar o Polo de Caruaru, com uma diversidade de artigos comercializados. Diferentemente do Parque das Feiras, o polo de Caruaru não é o principal local de venda e sim a feira da sulanca.

Santa Cruz do Capibaribe em 2006 inaugura o Moda Center, o maior e mais importante shopping popular da região, hoje considerado o maior centro atacadista de confecções do Brasil.

FONTE: DIVULGAÇÃO



### ▶▶▶ PARQUE DAS FEIRAS - TORITAMA

Conta com uma área de 9 hectares com cerca de 700 boxes e lojas. Mais de 3000 pontos de vendas, 40 mil compradores da região Norte/Nordeste.

FONTE: DIVULGAÇÃO



### ▶▶▶ POLO CARUARU - CARUARU

Conta com um área de 64.000 m<sup>2</sup> e mais de 550 lojas.

FONTE: DIVULGAÇÃO



### ▶▶▶ MODA CENTER - SANTA CRUZ

Conta com uma área de 32 hectares com 120.000 m<sup>2</sup> e mais de 10 mil pontos comerciais, entre lojas e boxes. 40 a 50 mil compradores na baixa temporada e cerca de 130 mil na alta temporada.

É importante destacar que esses três municípios que representam o triângulo de confecções do agreste, são caracterizados pela especialização em determinados tipos de confecções. Toritama tem o foco em jeans, devido a isto, é conhecida como a capital do jeans. Caruaru tem uma maior produção de tecidos planos e malhas, e abriga a maioria das lavanderias têxteis já Santa Cruz do Capibaribe produz grande quantidade de artigos em malhas e moda praia.

Esses centros comerciais representam mudanças significativas na região, no qual foi necessário por parte dos confeccionistas locais se alinharem a demandas da indústria têxtil regional e nacional, deixando de produzir peças de roupas e passam a produzir moda, essa produção de moda tem como o objetivo alcançar novos mercados. A indústria de confecções demonstra sua importância, deixando-a evidente, dada a proporção de produção, a quantidade de empregos gerados diretamente ou indiretamente, formais ou informais, a multiplicação das unidades produtivas e a extensão das redes comerciais. Essa consolidação da indústria têxtil do Agreste representa uma projeção da produtividade regional e nacional, atraindo grandes atacadistas, desenvolvendo toda a região e municípios circunvizinhos.

## O PODER ECONÔMICO DAS CONFECÇÕES

14

O Brasil em 2018, se destacou por ser o 5<sup>o</sup> maior indústria têxtil do mundo, no setor de confecções e vestuários o 4<sup>o</sup> maior do mundo. Isso se dá pelo fato de o país ser autossuficiente na produção de algodão, com a capacidade de produzir desde a fibra até a parte final da confecção. Ainda em 2018, o faturamento do setor correspondeu a US\$ 50,3 bilhões de dólares. No ano de 2020, o Nordeste correspondeu a 15,5% da produção têxtil do Brasil, com Pernambuco representando 2,18% da produção nacional.

A indústria têxtil Pernambucana hoje se concentra parte na região metropolitana do Recife e parte na região Agreste. Na região Agreste, esta surge como alternativa a crise hídrica e a distribuição irregular de renda, forçando os municípios a buscarem novas formas de geração de renda, como a confecção de calçados, principalmente em Caruaru e Toritama.

Devido as novas crises que ocorreram em 1980 e um declínio da indústria calçadista, Caruaru, Toritama e municípios circunvizinhos passam a adotar as confecções como alternativa.

Nasce nesse contexto a atividade que se torna a principal fonte de renda da região, produção, comercialização e confecções de peças de vestuário.

O polo de confecções pode ser "subdividido" em dois, o Polo 10 este representa os municípios que concentram a maior parte das atividades de confecções do aglomerado e o Polo 20, como demonstrado na figura 21, esses números correspondem a quantidade de municípios que estão contidos dentro de cada subdivisão. O Polo 10 em relação as confecções, é o mais importante economicamente, a tabela 1 traz um comparativo entre a participação do Polo 10 no PIB do estado.

FIGURA 21. MAPA DO AGRESTE PERNAMBUCANO \*A



FONTE: CORDEIRO, 2015

TABELA 1. PARTICIPAÇÃO NO PIB DO POLO 10 ENTRE OS ANOS DE 2002 A 2015

Região	2002	2015	Variação %
Brasil	0,11	0,16	51,7
Nordeste	0,83	1,16	40,3
Pernambuco	4,46	6,26	40,4
Agreste	33,07	39,66	19,9

FONTE: OLIVEIRA; FUSCO, 2021

Essa tabela demonstra que os municípios que compõem o polo apresentaram nesse intervalo de tempo uma variação superior no PIB nacional, demonstrando o crescimento econômico da região.

Ainda dentro do Polo 10 há o Polo 3, que corresponde aos três municípios mais importantes, os quais são Caruaru, Santa Cruz do Capibaribe e Toritama representando a região economicamente mais importante do polo de confecções. Caruaru está situado no Agreste Central, correspondendo a 40,3% do PIB da região. Já Santa Cruz do Capibaribe e Toritama estão localizado no Agreste Setentrional, com uma participação no PIB da região de 18,5% e 6,9% respectivamente.

\*a - Os municípios destacados em verde e amarelo, são os que compõem o aglomerado de Confecções do Agreste Pernambucano. Os municípios destacados em verde representam o Polo 20, são influenciados pelo polo de confecções, mas não tem as confecções como sua atividade principal, ou como uma das principais atividades que impulsionam a economia local. Já os municípios destacados em verde fazem parte do Polo 10, municípios que têm a atividade relacionada as confecções como sua principal.

## FIOS E HISTÓRIAS: O ENTREMEADO ENTRE JEANS E O AGRESTE PERNAMBUCANO

15

Os municípios que compõem o Polo 3 juntos sediam cerca de 83% de toda a indústria têxtil e de confecção da região. Esses dados demonstram a importância da indústria para o estado de Pernambuco e conseqüentemente para a região do Agreste.

As unidades produtivas que fazem parte da indústria têxtil e de confecção podem ser classificadas em três tipos: Unidade, empresa e empreendimento complementar <sup>\*b</sup>. Para o Polo 10 a tabela 2 demonstra a quantidade de unidades presentes em cada município.

TABELA 2. QUANTIDADE ESTIMADA DE UNIDADES PRODUTIVAS DE CONFECÇÕES NO POLO 10- 2012

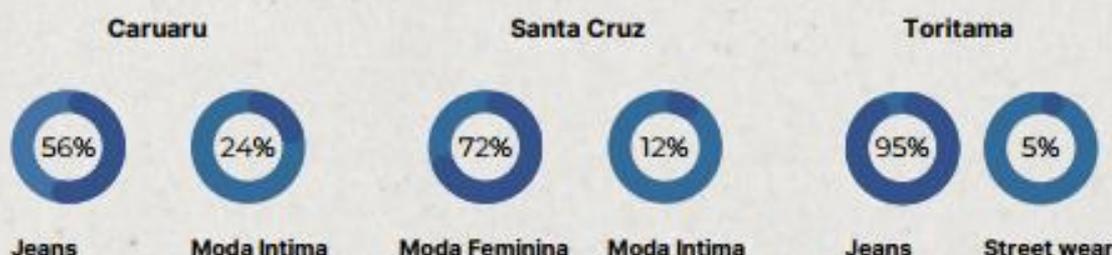
Municípios	Número de unidades	% do total	Quantidade de empresas	Quantidade de empreendimentos complementares
Agrestina	299	1,6	129	170
Brejo da Mãe de Deus	1.396	7,4	1.156	240
Caruaru	4.530	24,1	1.313	3.217
Cupira	135	0,7	80	55
Riacho das Almas	415	2,2	124	291
Santa Cruz do Capibaribe	7.169	38,1	5.722	1.497
Surubim	454	2,4	291	163
Taquaritinga do Norte	1.185	6,3	821	364
Toritama	2.818	15,0	962	1.856
Vertentes	401	2,1	146	255
Total da amostra	18.803	100,0	10.744	8.060

FONTE: AMORIM ET AL., (2016)

Essa tabela nos fornece o crescimento das unidades produtivas do Polo 10, mas podemos notar que os três principais municípios foram Caruaru com 24,1%, Santa Cruz do Capibaribe com 38,1% e Toritama com 15,0% das unidades produtivas.

Como dito anteriormente cada município tem uma especialização em um certo tipo de confecção o jeans representa um papel muito importante para a região do Agreste, dos três principais municípios que compõem o polo de confecções, a maioria da sua produção é voltada para o jeans, o que pode ser evidenciado no gráfico 1.

GRÁFICO 1. PRODUÇÃO DE CADA SEGMENTO DE CONFECÇÃO DOS MUNICÍPIOS DO POLO 3



Fonte: SEBRAE, (2012)

A porcentagem da destinação da produção de jeans para Caruaru e Toritama, Santa Cruz tem um maior foco na comercialização das peças, essa combinação de produção e comercialização realizadas pelos três municípios representa quase 20% da produção de jeans do país.

<sup>\*b</sup> **Unidade:** Conjunto de uma ou mais pessoas, com administração independente que se reúne de forma regular para (I) produzir confecções, (II) desempenhar funções que constituem o processo produtivo, (III) produzir componentes de peças. Podendo ser grandes ou pequenas, formais ou informais. **Empresa:** é a unidade que produz confecções na forma de produtos finais, podendo executar todos os processos de produção ou terceirizando. **Empreendimentos complementares:** é a unidade produtiva que desempenha tarefas que correspondem a etapas do processo de produção produtiva de confecções, como costuras ou parte de uma peça. SEBRAE (2012, p. 25)



FIGURA 31 CENA DO COMENTÁRIO "ESTOU ME GUARDANDO PARA QUANDO O CARNAVAL CHEGAR"

FONTE: DIÁRIO DE PERNAMBUCO

## INFORMALIDADE: A MARCA REGISTRADA DO JEANS

A informalidade é uma característica predominante no setor de confecções, o polo de confecções não foge à regra. A informalidade surge como um meio de sobrevivência por parte do trabalhador, a partir da dificuldade de encontrar um trabalho formal ou ainda para completar a renda insuficiente. Essa informalidade apresenta algumas características como exposição a ambientes precários e baixos salários.

A implementação das unidades produtivas favorecidas por algumas das características da indústria de confecções que compreende a descentralização e fragmentação da produção, juntamente com a disponibilidade de mão de obra barata, contribuíram com o desenvolvimento da informalidade na região. A tabela 3 demonstra as unidades produtivas formais e informais.

TABELA 3. PORCENTAGEM DE UNIDADES PRODUTIVAS FORMAIS E INFORMAIS DO AGRESTE PERNAMBUCANO

Município	Unidades produtivas	
	Formais	Informais
<b>Caruaru</b>	<b>963 (21,3%)</b>	<b>3.568 (78,7%)</b>
<b>Santa Cruz do Capibaribe</b>	<b>1.349 (18,8%)</b>	<b>5.820 (81,2%)</b>
<b>Toritama</b>	<b>644 (22,9%)</b>	<b>2.174 (72,1%)</b>

FONTE: SEBRAE (2012)

O novo mercado proporcionado pelo jeans, combinado com a mão de obra acessível, horários flexíveis, longas horas de jornadas de trabalho, combinaram em uma alternativa para as fábricas na busca pela diminuição de custos, terceirizando partes da produção, barateando custos, pois agora só arcaiam apenas com o custo da peça.

Tudo isso dá condições para a expansão de fabricos e facções, as unidades produtivas familiares, com a utilização das próprias casas para a confecção, envolvendo uma parte significativa da população na produção do jeans.

## FABRICOS E FACÇÕES, OS CORAÇÕES DAS CONFECÇÕES

17

*“Tornar-se um empreendedor de si mesmo e iniciar uma marca própria de confecções é o sonho da maioria das pessoas que trabalham com costura na região” (RANGEL; CORTELETTI, 2022, p. 12).*

Os fabricos e facções se estabelecem a partir das etapas de fabricação das confecções, tais como, costura, risco, corte, acabamento entre outras. Parte dessas etapas são terceirizadas, subcontratando fabricos e confecções para isto.

Os fabricos diferem das facções, os fabricos são unidades produtivas destinadas a produção das confecções, geralmente estão localizadas no interior de ambientes domésticos ou em galpões alugados, apresenta um ambiente mais modernizado em relação a estrutura. Diferentemente as facções operam em condições mais precárias do que os fabricos, dentro da cadeia produtiva são terceirizados pelos fabricos e empresas maiores, sendo destinados a uma ou duas etapas do processo de produção, devido ao fato de serem menores e possuir um menor número de maquinários.

No processo produtivo as relações entre os fabricos e facções de jeans se dá pelo encaminhamento por parte das fábricas ou fabricos encaminharem para as facções uma parte da peça para a realização de uma determinada etapa do processo, como, por exemplo, realização dos cortes das peças baseada em um determinado molde, para na sequência as peças serem destinadas para a próxima etapa em outra facção.

O processo de produção das confecções é intimamente relacionado ao trabalho domiciliar, levando em conta a rede de relações estabelecidas que envolvem o trabalho informal, a terceirização de fabricos ou facções a terceirização dos faccionistas, tudo isso baseado em relações de confiança mas principalmente de parentesco.

Os fabricos correspondem a maior parte da produção de jeans, e estão espalhados pelas cidades, nas quais crianças, jovens, homens e mulheres se revezam no tratamento do jeans.

Esse processo de confecção é majoritariamente das mulheres, realizando os mais diversos trabalhos, como a colocação de bolsos, alças no cóis da calça, abrir espaços para a passagem de botões. Para cada uma dessas tarefas os faccionistas podem ganhar entre R\$0,10 e R\$0,25. Porém cada serviço pode variar o valor atribuído,

Devido a informalidade característica do setor, o salário recebido seja ao final do mês ou semanalmente depende da quantidade de peças produzidas, a meta a ser batida que determina o salário, levando a longas jornadas de trabalho para se obter uma renda que supra as necessidades básicas.

**Escanei para conhecer um pouco mais sobre a realidade das mulheres em Toritama**



*“O público daqui é mais para trabalhar em casa, não quer mais trabalhar fora. Porque na facção já está cheio. E nas fábricas, quem tá com a carteira de trabalho assinada não vai sair pra dar a vaga a ninguém. [...] minha filha mesmo, se eu for deixar ela para ir trabalhar em outro lugar, não tem outra coisa para trabalhar. Só tem para trabalhar em costura”.*

Trecho retirado de uma entrevista sobre as condições de trabalho em facções em Toritama Lira et al., (2020).

## APÊNDICE C – CAPÍTULO 02

## CAPÍTULO 2

# AZUL

A COR MAIS MARCANTE DO JEANS



MARCELO.FABRICIO@UFPE.BR

## DO ENTRELAÇO DOS FIOS AOS TECIDOS

19

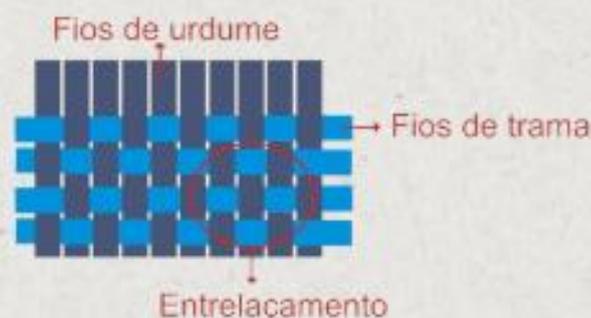
Antes de abordar o processo de fabricação do jeans é importante fazer uma distinção entre os termos denim e jeans, já que muitas vezes são usados como sinônimos.

O **denim** é o tecido puro sem tratamento, podendo ser em qualquer cor, geralmente com a composição apenas de algodão. Diferentemente, o **jeans** é uma espécie de tecido originado do denim, naturalmente azul devido ao uso do corante índigo, na sua composição pode apresentar diferentes fios, como lycra ou outros fios mais resistentes.



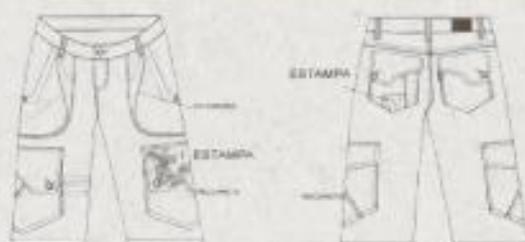
Para visualizarmos as etapas da produção do jeans é importante saber que o denim, tecido que origina o jeans, é construído a partir do entrelaçamento de dois fios em perpendicular, o **urdume** e a **trama**. O urdume é o fio mais tensionado, geralmente composto por fios mais resistente, no denim este fio é o tingido por azul estando disposto verticalmente, já a trama é o fio cru de algodão. No processo de tecelagem a trama passa por entre os fios tensionados do urdume no sentido horizontal. A figura 22 demonstra esse entrelace.

Após finalizado o trabalho de entrelace dos fios, o denim pode se transformar e jeans. Diversas etapas compreendem o processo de fabricação do jeans, essas etapas são: I) criação; (II) modelagem; (III) risco; (IV) corte; (V) costura; (VI) beneficiamento; e (VII) acabamento



FONTE: [HTTPS://BLOGSIGBOL.WORDPRESS.COM/2015/05/18/FIO-DO-TECIDO/](https://blogsigbol.wordpress.com/2015/05/18/fio-do-tecido/)

FIGURA 23. DESENHO TÉCNICO DE UM MODELO DE PEÇA JEANS



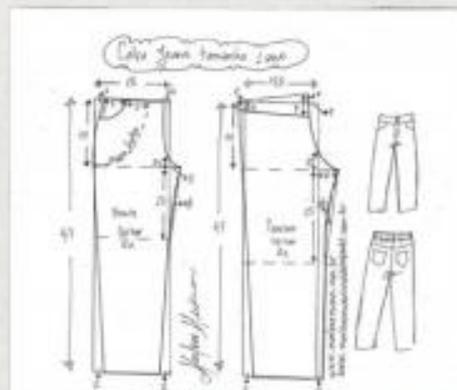
FONTE: ALVES, (2009)

A primeira etapa da fabricação do jeans, é a criação, compreende a concepção da ideia da peça, através de um esboço prévio do modelo, o desenho, o qual servirá para a representação gráfica. Esse processo de criação envolve a escolha da composição do tecido, dos detalhes, posições das costuras, tamanhos das peças, permitindo assim uma reprodução idêntica, a figura 23 representa um modelo utilizado para a produção de peças jeans.

## II - MODELAGEM

Nesta etapa, entra o trabalho do modelista, que interpreta o modelo feito na criação, com o desenvolvimento de uma ficha técnica, a qual contém todas as informações sobre a peça. Geralmente a peça é dividida em partes, cada uma com suas especificações que servirão de referência na hora do corte. Além disso são acrescentadas informações sobre os processos de lavagem para garantir uma vestibilidade do tecido, que servirão de referência na hora do corte.

FIGURA 24. ESQUEMA DE MODELAGEM DE CALÇA JEANS



FONTE: [HTTPS://MARLENEMUKAIMOLDEINFANTIL.COM.BR/CALCA-JEANS-UNISEX/](https://marlenemukaimoldeinfantil.com.br/calca-jeans-unisex/)

## III - RISCO

Esta etapa, dá origem ao que é chamado de matriz, são folhas que auxiliaram no processo de corte, demarcando cada peça e suas respectivas partes.

## IV - CORTE

Como o nome sugere, o corte é onde ocorre o corte das peças baseado na matriz da etapa anterior, esse processo pode ser realizado tanto manualmente quanto automatizado.

## V - COSTURA

A costura é uma das partes mais importantes do processo de fabricação do jeans, nesta etapa, o trabalho das costureiras é essencial, sejam elas de fabricas, fabricos ou facções.

## VI - BENEFICIAMENTO

Para a fabricação do jeans, o beneficiamento é considerado a etapa mais importante, pois é nela onde é realizado o processo de diferenciação do tecido, aplicando diferentes processos de lavagem, como *Dévalé*, *Destroyer*, estonagem, desgaste localizado. Essa diferenciação tem como objetivo atrair novos consumidores e atribuir melhores características às peças.

## VII - ACABAMENTO

O acabamento é a última etapa da produção e nesta etapa é realizado os processos finais, como a aplicação dos botões, rebites ou outro tipo de aviamento que irão compor a peça final.

FIGURA 25. DIFERENCIAÇÃO APLICADA NA SUPERFÍCIE DO JEANS



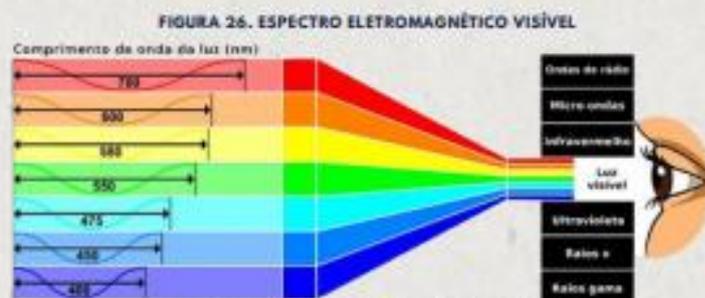
FONTE: ALVES, (2009)

# CORES

Antes de falarmos sobre os corantes é interessante entender como percebemos as cores. Sabemos que o céu é azul, a grama é verde, o sangue é vermelho, mas você já se perguntou o por que dessas cores? o que seria a cor?

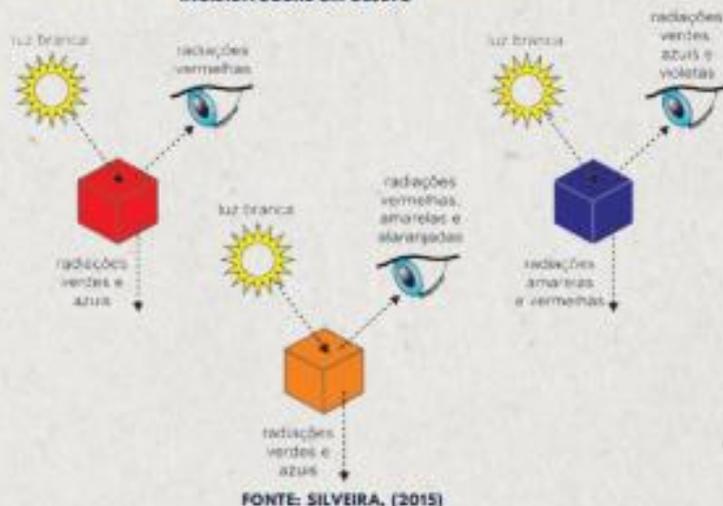
Primeiramente a cor pode ser entendida como a sensação nervosa provocada por organizações nervosas sob a ação da luz. A luz é considerada uma radiação eletromagnética, que pode ser emitida por objetos de corpo quente, aqueles que estão acima do zero absoluto, a luz chega aos nossos olhos através da incidência da luz sob o objeto, ou quando o próprio objeto emite luz. Porém parte dessa radiação eletromagnética é visível, figura 26 demonstra a região do espectro eletromagnético na qual podemos distinguir as cores.

A maneira como visualizamos as cores se dá devido a interação entre a luz e o objeto, gerando o fenômeno da cor percebida. Essa capacidade de refletir, refratar ou absorver os raios luminosos é o que torna a percepção que os objetos são coloridos. Podemos dizer de maneira geral que essencialmente os objetos não têm cores, apenas têm a capacidade de refletir, refratar ou absorver os raios luminosos.



FONTE: AL-SALEEM ET AL., (2020) [ADAPTADO]

**FIGURA 27. REPRESENTAÇÃO DA RADIAÇÃO MONOCROMÁTICA INCIDIDA SOBRE UM OBJETO**



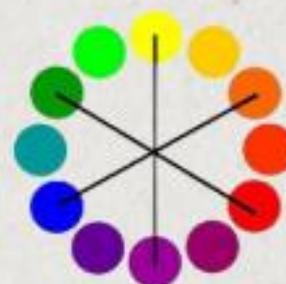
A visualização das cores do espectro eletromagnético se dá devido a radiação monocromática, isto significa que cada cor tem um comprimento de onda fixo e absoluto, no espectro eletromagnético as cores observadas são: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Cada cor dessa apresenta um comprimento de onda específico.

Quando dizemos que um determinado objeto possui certa cor, significa que a cor observada é o comprimento de onda refletido.

A figura 27 representa isto, quando é incidida uma luz branca sobre um objeto, parte da radiação é absorvida pelo objeto e a radiação refletida é a que dará a cor característica. No caso de um objeto na cor vermelha, a luz absorvida será no comprimento de onda entre o verde e o azul e para observador a cor do objeto será vermelha, no caso a cor complementar a cor absorvida.

A presença de determinados grupos em estruturas químicas permite que possamos visualizar as cores, esses grupos são chamados **chromóforos**, podem ser associados com os grupos funcionais das moléculas orgânicas. Os cromóforos que devido as insaturações e elétrons livres disponíveis, a cor vai se dar quando o grupo cromóforo absorve energia na faixa do espectro visível, levando a uma excitação dos elétrons, fazendo com que estes, passem de um estado fundamental para um estado excitado, o retorno do elétron para o estado fundamental emite luz. Essa transformação da luz branca em colorida deve-se também a natureza dos átomos e disposição dos átomos nas moléculas.

**FIGURA 28. CÍRCULO DAS CORES COMPLEMENTARES**



FONTE: [HTTPS://ARTES.UMCOMO.COM.BR/ARTIGO/QUAIS-SAO-AS-CORES-COMPLEMENTARES-15083.HTML](https://artes.umcomo.com.br/artigo/quais-sao-as-cores-complementares-15083.html)

# CORANTES

22

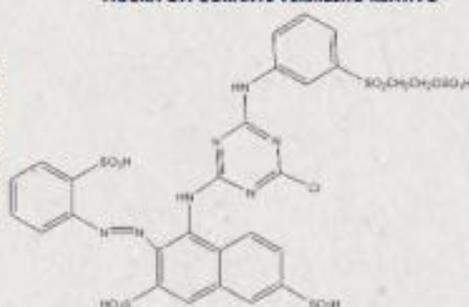
Os corantes fazem parte da história humana a vários séculos, a utilização de materiais para colorir objetos remonta ao período paleolítico, com a utilização de diferentes tipos de materiais sejam raízes, minerais, cascas de árvores, ou ainda ao antigo Egito, no qual o corante índigo era utilizado para tingimento de peças e adornos. Nos dias atuais os corantes são bastantes presentes, como o uso do urucum e açafrão nos alimentos, ou ainda a clorofila nas plantas. Porém o corante que daremos mais foco será o **índigo**.

Os corantes podem ser compostos orgânicos ou inorgânicos, que conferem cor ao um determinado substrato, ou seja, através de reações químicas em escalas atômico moleculares há a formação de ligações que permitem a fixação da cor na fibra têxtil.

Antes de abordarmos a fixação dos corantes nas fibras têxteis é importante conhecer os tipos de corantes e como esses se diferenciam. Os corantes podem ser classificados em dois grandes grupos, o **primeiro de acordo com a sua estrutura química** como os grupos azo, antraquinona. Já o segundo grupo os corantes são classificados a partir do modo que fixam na fibra têxtil, e são esses que veremos a seguir.

FIGURA 29. CORANTE VERMELHO REATIVO

FONTE: SILVA (2013)



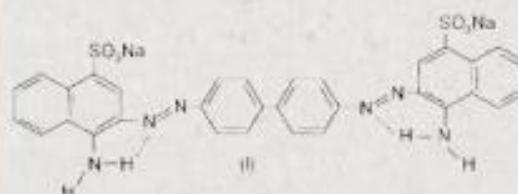
## Reativos

Esse grupo de corantes são capazes de formar ligações covalentes com os grupos hidroxilas (OH-) das fibras de tecidos como algodão, lã, seda e poliamida, apresentando uma grande solubilidade em água, além de serem a classe de corantes mais utilizada no mundo.

## Diretos

Classe bastante solúvel em água, apresenta uma alta adsorção sobre as fibras de algodão, viscose, seda e poliamida.

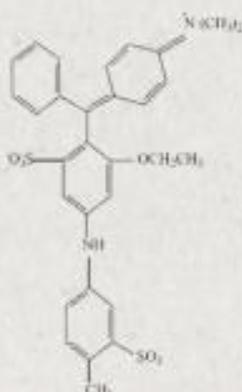
FIGURA 30. CORANTE VERMELHO CONGO



FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

FIGURA 31. CORANTE ÁCIDO VIOLETA

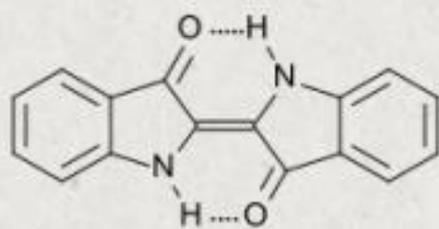
FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)



## Ácidos

A fixação às fibras de poliamida, lã, seda, couro ou acrílico modificado, ocorre através das interações dos sítios aniônicos (carga positiva) do corante com os sítios catiônicos (carga negativa) da fibra por meio de interações van der Waals ou pontes de hidrogênio.

FIGURA 32. CORANTE ÍNDIGO



FONTE:

[HTTPS://PT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ANIL\\_%28CORANTES%29](https://pt.wikipedia.org/wiki/Anil%28corantes%29)

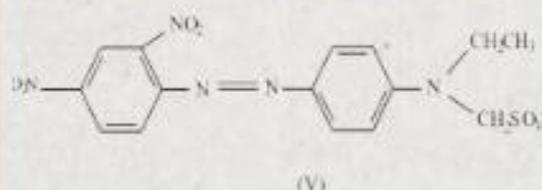
## À cuba

Classe baseada nos indigos praticamente insolúveis em água, devido a sua insolubilidade precisam ser reduzidos durante o processo de tingimento para um composto mais solúvel (forma leuco), a fixação desse composto se dá pela oxidação com o ar dando a cor azul a fibra.

## Dispersos

Classe insolúvel em água, devido a isso são utilizados no tingimento sob a forma de dispersão, aquosa ou suspensão coloidal, geralmente aplicado em fibras sintéticas de celulose, poliéster e poliamida.

FIGURA 33. CORANTE VERMELHO DE LONAMINA KA



FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

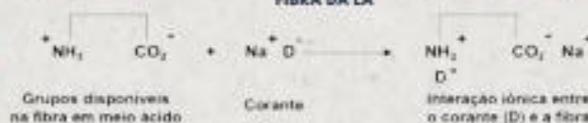
# FIXAÇÃO DOS CORANTES ÀS FIBRAS TÊXTEIS

A fixação da molécula de corante à fibra têxtil envolve basicamente três tipos de interação.

## I-LIGAÇÃO IÔNICA

A ligação iônica tem como característica a atração entre cargas opostas de cátions e ânions, no processo de tingimento a interação se dá pela atração do centro carregado positivamente dos grupos amino e/ou carboxilato presentes na fibra e a carga iônica do corante.

FIGURA 34. EXEMPLO DA INTERAÇÃO IÔNICA ENTRE O CORANTE (D) E A FIBRA DA LÃ

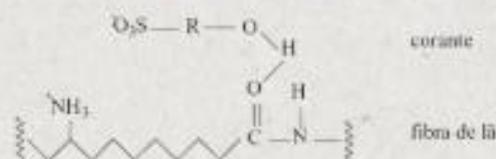


FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

## II-LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO

Esse tipo de ligação ocorre quando um hidrogênio ligado covalentemente no corante interage com os pares de elétrons livres presentes na fibra

FIGURA 35 ESQUEMA DA LIGAÇÃO DE HIDROGÊNIO ENTRE O CORANTE E A CARBONILA DA FIBRA

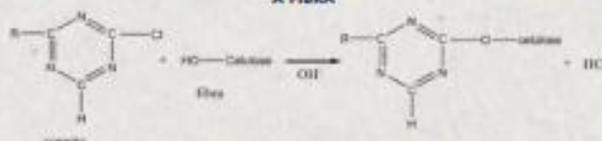


FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

## III-LIGAÇÃO COVALENTE

Nesse tipo de ligação ocorre o compartilhamento de elétrons, esse compartilhamento se dá entre a molécula do corante e seu grupo reativo eletrofílico com o grupo nucleofílico da fibra

FIGURA 36 EXEMPLO DA INTERAÇÃO COVALENTE ENTRE UM CORANTE E A FIBRA



FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

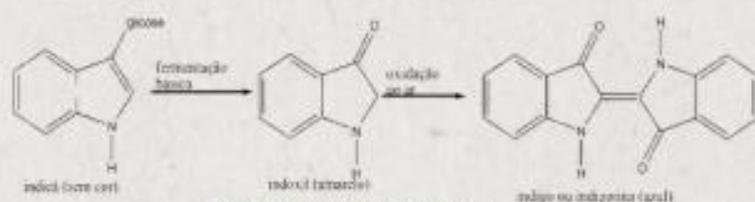
## CORANTE ÍNDIGO E O AZUL DO JEANS

O corante índigo também conhecido como anil, confere ao jeans seu azul característico, a escolha do índigo se deu devido a facilidade de tingimento e a rapidez na absorção das fibras, sendo fator crucial para Lewis Strauss escolher o azul para os jeans.

A obtenção do índigo remonta a século atrás, historiadores apontam que esse corante era utilizado por diversas civilizações antigas como o Egito a 2000 a.C. Utilizavam na confecção de joias e para rituais religiosos, pois acreditavam que a cor azul era uma cor benéfica, que poderia proteger os mortos contra o mal na vida pós morte, essa cor foi utilizada nas sobancelhas da máscara fúnebre do faraó Tutancâmon.

O índigo inicialmente era obtido de maneira natural, pelo processo de fermentação das folhas da planta *Indigofera tinctoria*, obtendo o corante na forma de um composto leuco incolor e solúvel, a figura 38 representa esse processo.

FIGURA 38 PROCESSO DE OBTENÇÃO DO ÍNDIGO NATURAL

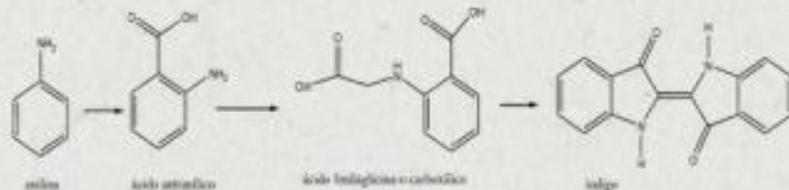


FONTE: GUARATINI, ZANONI (2000)

Esse processo ocorre a partir da fermentação básica do indol, em uma solução básica, o qual não apresenta cor, a fermentação tem como produto o indoxil com a coloração amarelada, ao sofrer a oxidação do ar, volta a coloração azul escuro inicial.

Outra maneira para a obtenção do índigo é através da anilina, o responsável por esse processo foi o alemão Adolf Von Baeyer, essa descoberta causou uma revolução na obtenção do corante, pois como visto anteriormente, o corante era obtido apenas da planta. Tornando o corante muito mais acessível. A figura 40 representa esse processo.

FIGURA 40. REAÇÃO DE OBTENÇÃO DO ÍNDIGO SINTÉTICO A PARTIR DA ANILINA



FONTE: MUCHEN ET AL., (2015)

FIGURA 37 GRAVURA DA INDIGOFERA TINCTORIA



FONTE: [HTTPS://DAILY.JSTOR.ORG/PLANT-OF-THE-MONTH-INDIGO/](https://daily.jstor.org/plant-of-the-month-indigo/)

FIGURA 39 MÁSCARA FÚNEBRE DO FARAÓ TUTANCÂMOM



FONTE: AFP PHOTO/MOHAMED EL-SHAHEH

ESCANEI PARA  
CONHECER UM  
POUCO MAIS  
SOBRE O CORANTE  
ÍNDIGO

Scan Me



# TINGIMENTO DO JEANS

25

O processo de aplicação de cor ao material têxtil tem entre seus objetivos melhorar as propriedades estéticas do tecido. Esse processo de tingimento, ocorre através da difusão do corante para a fibra, porém, para o sucesso do tingimento é necessário levar em consideração as estruturas físicas e químicas das fibras.

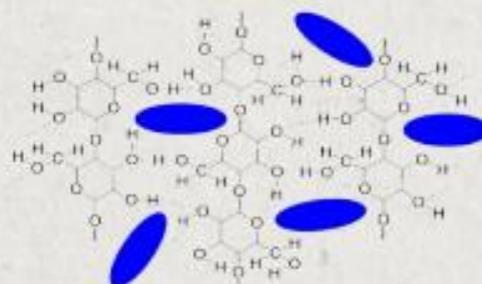
Essas estruturas resultam na interação dos grupos funcionais dentro das fibras e dos corantes. A ligação entre as fibras e o corante se dá por meio de ligações covalentes. No caso do algodão que é a fibra presente no jeans, essa ligação não se dá através de ligações covalente e sim por meio mecânico e não químico, fazendo com que o corante fique impregnado entre as fibras. A Figura 41 representa esse processo.

O corante índigo por não está ligado quimicamente às fibras do algodão, este se desprende mais facilmente com a abrasão do tecido, porém, isso traz uma das principais características do jeans, a aparência desgastada.

O tingimento do denim e conseqüentemente sua transformação no jeans requer condições mais específicas como controle do pH do meio, duração do tingimento, temperatura, assim como o uso de agentes redutores.

O uso de agentes redutores é importante para tornar o índigo em uma forma solúvel, para permitir a adsorção da cor pela fibra, a figura 42 representa o processo de redução e oxidação do índigo.

FIGURA 41. REPRESENTAÇÃO DO CORANTE RETIDO NA FIBRA DE ALGODÃO

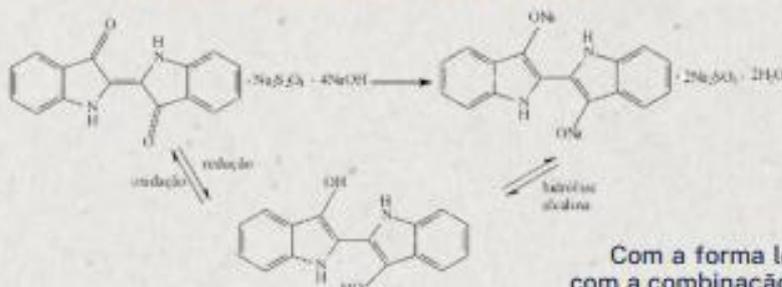


FONTE: MUCHEN ET AL., (2015)

#### Características do índigo

- Pouco solúvel em água;
- Baixa afinidade com a água;
- Grande utilização devido à estabilidade à luz e ao calor;
- Apresenta fórmula química  $C_{16}H_{10}N_2O_2$ ;
- Presença de grupos cetônicos ( $C=O$ )

FIGURA 42. REAÇÃO DE OXIDAÇÃO E REDUÇÃO DO ÍNDIGO



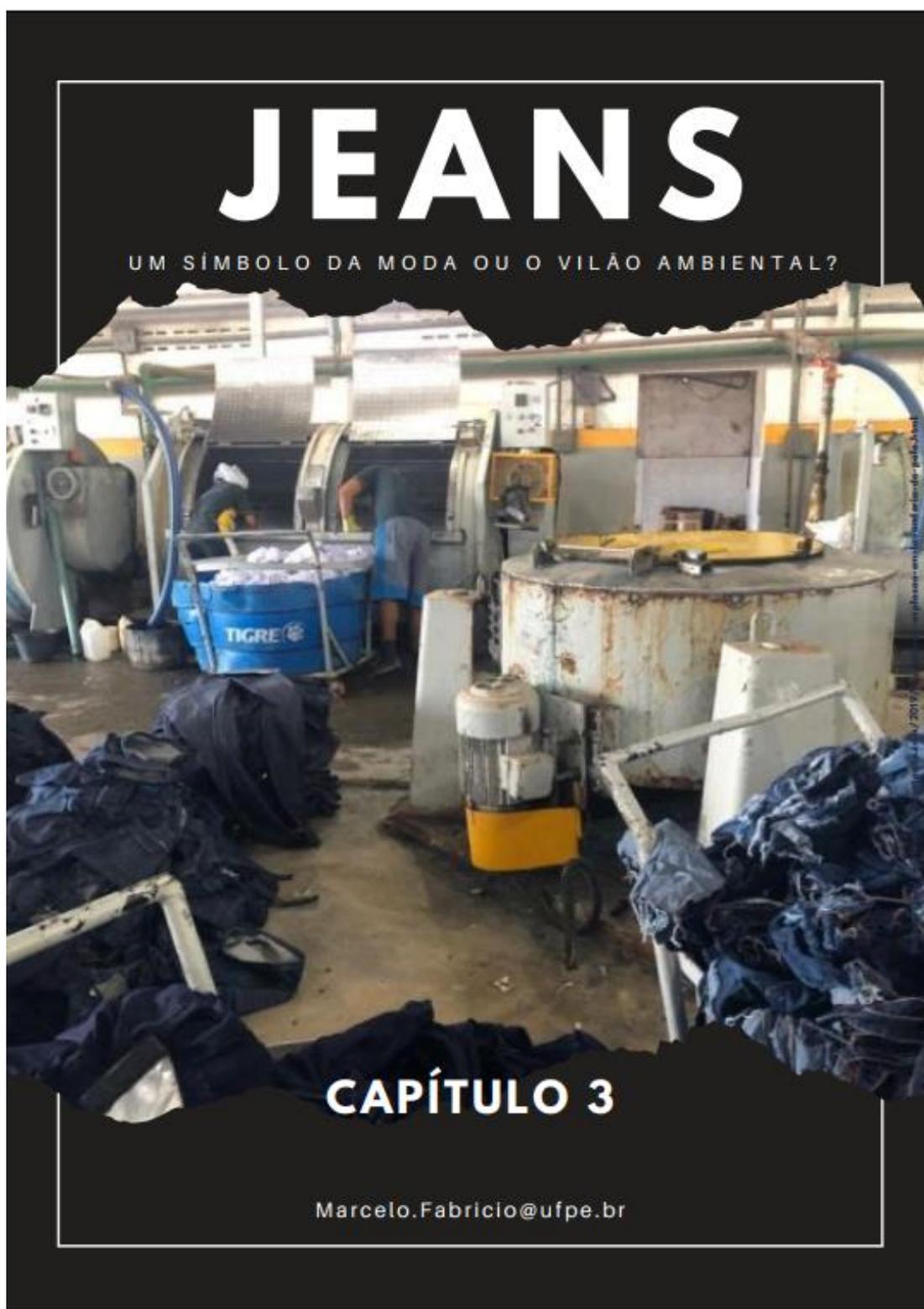
FONTE: MUCHEN ET AL., (2015)

A redução do índigo a sua forma leuco, é realizada pelo uso do agente redutor o ditionito de sódio ( $Na_2S_2O_4$ ), a qual é solúvel e que apresenta uma coloração amarela, essa redução permite a afinidade entre a fibra de celulose de algodão.

Com a forma leuco do índigo, as fibras são tingidas com a combinação do  $Na_2S_2O_4$  e de hidróxido de sódio ( $NaOH$ ), e posteriormente a exposição do tecido ao ar levando a sua oxidação, isto combinado com diversos banhos de tingimentos, fixam o corante na fibra, através absorção nas estruturas geradas pelas cadeias de celulose (zonas amorfas) e por fim por meio de ligações de hidrogênio.

Esse processo causa diversos problemas ambientais, devido aos vários tingimentos necessários e a baixa degradabilidade do corante.

## APÊNDICE D – CAPÍTULO 3



**JEANS**

UM SÍMBOLO DA MODA OU O VILÃO AMBIENTAL?

**CAPÍTULO 3**

Marcelo.Fabricio@ufpe.br

© 2019

# LAVANDERIAS TÊXTEIS

27



Fonte: <http://especiais.veja.com/desasturandoocrise/materia2.html>

Inicialmente o denim era comercializado em uma forma mais rígida, devido a utilização da goma, com o propósito de enrijecer os fios para suportar o processo de tecelagem.

O enrijecimento causado pela goma era retirado por lavagens domésticas, de forma que, quanto mais se usasse e lavasse a calça, mais clara, confortável e moldável ao corpo ela se tornaria.

O desejo comercial pelas características do envelhecimento causado pela lavagem, tornou-se uma exigência do mercado, adicionando assim mais uma etapa na produção do jeans, o beneficiamento através de processos de lavagem.

As empresas responsáveis por esse beneficiamento do jeans, são as denominadas lavanderias indústrias ou lavanderias têxteis.

O beneficiamento tem como característica a passagem do jeans por um ou mais diferentes tipos de lavagem para atingir as características na peça desejada. Em 1980, a primeira lavagem introduzida foi do tipo Stoned Washed (lavagem a pedra), na qual utiliza-se pedras para causar uma abrasividade no tecido, levando a uma eliminação do corante índigo de forma a deixar pontos mais claros ao longo da calça jeans, proporcionando diferentes tonalidades de azul. Isto possibilitou um fornecimento de calças prontas, mais macias e confortáveis pelo mercado varejista.

Com a evolução do mercado consumidor de jeans, há um desejo por novos produtos que apresentem características cada vez mais variadas. Devido a isto, novos tipos de lavagens foram desenvolvidos para se obter novos aspectos nas peças jeans, utilizando processos físicos e químicos.

Os principais tipos de lavagens são:

## Dévalé

Figura 43. Beneficiamento Dévalé

Lavagem do jeans com alvejante químico como o cloro, com a finalidade de desbotá-lo e amaciá-lo.

Fonte: <https://www.lojastorra.com.br/calca-jeans-masculino-estonagem-azul-23121000766/p>



## Estonagem

Figura 44. Beneficiamento estonagem

Utilização de pedras geralmente de argilas, para conferir um aspecto desgastado ao tecido.

Fonte: <https://www.lojastorra.com.br/calca-jeans-masculino-estonagem-azul-23121000766/p>



**Destroyer**

Figura 45. Beneficiamento Destroyer

Utilização de enzimas químicas que corroem a fibra lentamente, dando o aspecto de desgaste.

Fonte: <https://www.lojasterra.com.br/calca-jeans-masculino-estonagem-azul-23121000766/p>

**Used**

Figura 46. Beneficiamento Used

Lavagem utilizando Permanganato de Potássio (KMnO<sub>4</sub>) pulverizado para causar o efeito de branqueamento.

<https://www.impactomodaers.com.br/calcas/calca-jeans-rock-e-soda-japao>



Estas etapas de beneficiamento compreendem a chamada **etapa úmida**, pois consiste na lavagem das peças, para a obtenção de determinadas características. E cada etapa compreende ainda etapas anteriores.



O beneficiamento promovido pode ser dividido em duas fases, sendo primeira a fase úmida, ocorre através de lavagens sucessivas das peças jeans, devido à complexidade da operação as lavagens são realizadas em unidades separadas das fábricas.

Porém, nem todas as marcas têm lavanderias próprias, no qual, acabam terceirizando essa etapa da produção.



Essas etapas geram grandes impactos, pois para cada processo há a produção de resíduos diferentes.

Por exemplo, para a etapa de tingimento, onde o corante é aplicado sob os fios, os produtos gerados são cloreto de sódio (NaCl) e o corante. Para a etapa de amaciamento, no qual confere maciez as peças de jeans, tem como produto gerado o amaciante. Para uma lavanderia de médio porte, o consumo de NaCl pode chegar 24 Kg/dia, 4,60 Kg/dia de corantes e 186 Kg/dia de amaciantes, com um consumo de água entre 50.000 e 300.000 L/mês de água



Alguns processos da etapa seca podem ocorrer antes ou depois do processo de lavagem. Esta etapa é responsável por desenvolvimento e inovação do produto, pois é onde se aplica diferentes técnicas para obter designs diferenciados, diversificando o produto.

FIGURA 48. JEANS COM AS MARCAÇÕES DO PROCESSO DE BIGODE



Fonte: <https://www.impactonovos.com.br/colacao/jeans-rock-e-cado-japas>

Fix-pin

Processo em que são adicionados pinos de plástico ao tecido jeans, juntamente com a aplicação de  $KMnO_4$  para a marcação de dobras, acentuando as rugas após a lavagem



FIGURA 47. JEANS COM AS MARCAÇÕES DO PROCESSO DE FIX-PIN

Fonte: <http://www.americana.com.br/produto/2082543/colacao-jeans-cv-10-pis>

Bigode

Processo manual para dar aspecto de envelhecimento ao tecido, semelhante as produzidas em tanques.

FIGURA 49. JEANS COM AS MARCAÇÕES DO PROCESSO DO



Fonte: <https://www.jattini.com.br/colacao-22-graco-jeans-pulda-cano-kelsoe-frontais-falcao-2884-jeans-1871-0011-325>

Puido

Processo em que é realizado os desgastes das barras e pernas das calças utilizando um esmeril, atribuindo uma aparência de rasgado e desfiado

FIGURA 50. JEANS COM AS MARCAÇÕES DO PROCESSO DE APLICAÇÃO DO LASER



Fonte: <http://www.1ajacore.com.br/colacao-0000-00-sistema-atta-em-jeans-com-bordado-florido-7A-751249447-br/>

Laser

Diferentemente do processo anterior em que o desgaste pode ser realizado de maneira manual, nesta etapa é utilizada uma máquina a laser, para fazer demarcações nas peças.

FIGURA 51. JEANS COM AS MARCAÇÕES DO PROCESSO DE LIXAMENTO



Fonte: <https://www.1ajacore.com.br/produto/short-cado-jeans-lixado-guapa/>

Lixado

Utilização de uma lixa para a abrasão das peças



Escaneie e veja como estes processos são realizados em uma lavanderia

# JEANS E O CONSUMO DE ÁGUA NO AGRESTE

30

Fonte: Joaline Nascimento/01



Como visto anteriormente, cada processo de beneficiamento contém outros inúmeros processos, o que leva a um consumo de água muito grande por parte das lavanderias.

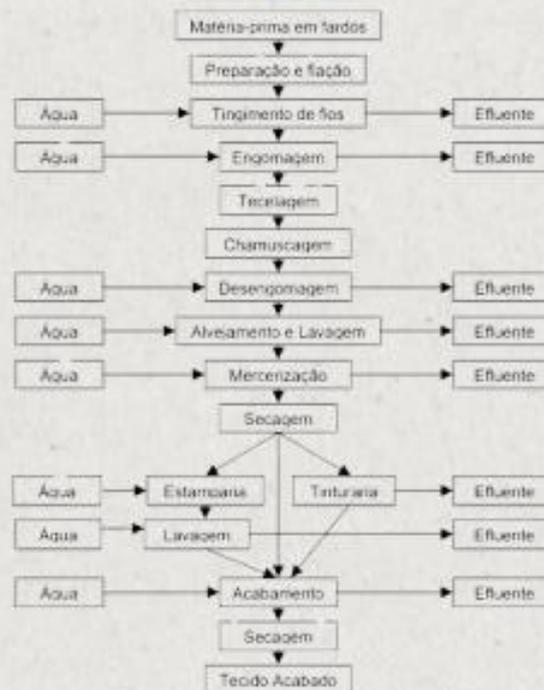
Para cada 1kg de tecido beneficiado, a indústria têxtil utiliza entre 80 a 150 litros de água, representando o consumo de um volume de água incompatível com a região do semiárido do Agreste Pernambucano.

O semiárido Pernambucano tem como característica a baixa disponibilidade de água doce, sendo considerado uma das regiões mais secas do Brasil. Isso é devido as características da própria região, assim como, sofrer também com períodos de seca e chuva irregulares e uma alta escassez hídrica.

A irregularidade das chuvas com baixa precipitação, impacta a capacidade produtiva da região, construída baseada na agricultura e pecuária, além de não suprir a demanda de água doce. Já nos períodos de seca, há uma diminuição gradativa dos reservatórios.

O alto consumo de água para a fabricação do jeans começa muito antes na cadeia produtiva, estima-se o consumo de 30.000 L de água para a produção de 1 Kg de algodão. O Fluxograma 1, representa as diversas etapas do processamento têxtil

FLUXOGRAMA 1. PROCESSOS DA INDÚSTRIA TÊXTIL E A GERAÇÃO DE EFLUENTES



Fonte: COSTA, (2008)

A disponibilidade hídrica no Agreste Pernambucano depende da disponibilidade hídrica dos rios e canais, da pluviometria média da região e dos reservatórios artificiais.

# JEANS E O CONSUMO DE ÁGUA NO AGRESTE

31

A bacia do Rio Capibaribe abrange os municípios que fazem parte do Polo de Confeccões, sendo eles, Santa Cruz, Toritama, Caruaru, Vertentes, Surubim, Brejo da Madre de Deus e Riacho das Almas, cobrindo partes significativas dos seus territórios.

O rio Capibaribe apresenta uma disponibilidade hídrica total segundo a Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos (CPRH), 76,29 m<sup>3</sup>/s, enquanto os municípios do Polo de Confeccões disponibilizam 64,26 m<sup>3</sup>/s, representando um total de aproximadamente 89% da disponibilidade de todo o rio. Isso significa que praticamente toda a disponibilidade hídrica do rio está para a região do Polo de confeccões

Ainda segundo o CPRH, a utilização das águas do Rio Capibaribe, é para o recebimento de efluentes industriais, porém em alguns municípios utilizam a água do Rio para Capibaribe para o beneficiamento do jeans. Um recorte no município de Toritama, mostra que apesar de apresentar a menor disponibilidade hídrica concentra a maior quantidade de lavanderias.

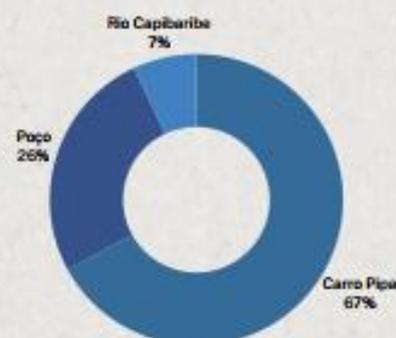
A forma com estas são abastecidas está representado no gráfico 2. Isso pode ser justificado pela degradação das águas superficiais, levando a utilização as águas subterrâneas como alternativa.

TABELA 4. CONSUMO DE ÁGUA DE UMA LAVANDERIA TÊXTIL

Descrição	Consumo (m <sup>3</sup> /mês)	(%)
Máquinas lavadoras	1600	92,51
Caldeira	40	2,31
Passadoria	4,36	0,25
Diluição de produtos químicos	1,6	0,09
Limpeza dos equipamentos	16	0,92
Limpeza do prédio	24	1,38
Efluentes sanitários	43,4	2,50
Total	1729,36	100

FONTE: ALVES, (2020)

GRÁFICO 2. FONTE DE ABASTECIMENTO DAS LAVANDERIAS



FONTE: SILVA (2020) (ADAPTADO)

Essa demanda de água fez com que diversas lavanderias se instalassem nas margens de rios, perfurando poços para utilizarem a água em seus processos, ainda assim, empregando técnicas de reuso e tratamento de efluentes têxteis, o volume disponível ainda não é suficiente, sendo necessário recorrer aos caminhões pipas.

A tabela 4, demonstra o consumo de água para as atividades de uma lavanderia em Caruaru. O alto consumo de água por parte das lavanderias se justifica nas etapas de beneficiamento de tingimento, lavagem e acabamento dos tecidos, para obter as cores desejadas e os desgastes estéticos. Porém, não apenas por isso, a manutenção de maquinários precários, técnicas de lavagem ultrapassadas e a ineficiência dos processos de lavagem contribuem para o alto consumo, como consequência, há a geração de um dos principais problemas causados pelas lavanderias, os efluentes têxteis, atrelado a baixa disponibilidade de água da região que não consegue suprir as demandas indústrias e o abastecimento humano, mostra a incompatibilidade das atividades das lavanderias com a região do semiárido Agrestino.

## PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELAS LAVANDERIAS

3 2

Mais adiante, bem próximo ao centro da cidade, é possível encontrar uma paisagem emocionante do principal Rio do Estado de Pernambuco, ainda em pequenas dimensões: O Rio Capibaribe. E qual é a cor do Rio? Azul. Azul igual as águas do mar que refletem o imenso céu? Não. Azul porque a cor da moda é azul. (NEGREIROS, 2010, p. 40)

O surgimento das lavanderias têxteis está atrelado ao desenvolvimento do Polo de Confecções, pois conferem o acabamento final ao jeans. Estas, estão espalhadas pelos municípios do Polo 10, porém os municípios de Caruaru e Toritama concentram a maioria, o gráfico 3, demonstra a concentração das lavanderias por município. Os demais municípios correspondem a Riacho das Almas, Surubim e Vertentes.

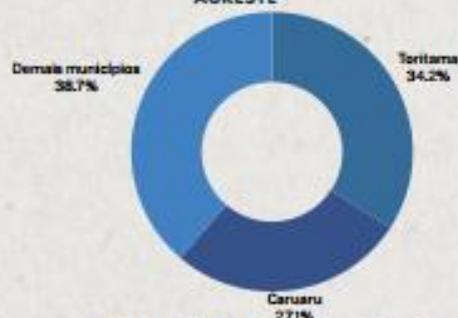
Esses números representam apenas as lavanderias legalizadas, não levando em conta as que operam na informalidade e sem qualquer fiscalização dos órgãos competentes.

As lavanderias são de extrema importância para a região gerando impactos positivos e negativos, os **impactos positivos**, consistem na geração de riquezas e empregos, já os **impactos negativos**, compreendem o grande impacto ambiental causado pelo consumo de recursos, despejo de efluentes não tratados ou parcialmente tratados, no leito do Rio Capibaribe, os quais apresentam um alto grau poluidor, além do descarte de resíduos sólidos, como as sobras de fibras produzidas na etapa seca do beneficiamento.

As lavanderias têxteis estão entre as atividades industriais mais impactantes devido ao seu elevado potencial poluidor e complexidade química dos efluentes gerados. Esses efluentes gerados apresentam espécies altamente coloridas e pouco biodegradáveis, muitas das quais apresentam elevado potencial carcinogênico e mutagênico, trazendo consigo uma alta carga poluidora, onde 90% dos produtos químicos utilizados no processo são eliminados após cumprirem seus objetivos.

Dentre as espécies presentes nos efluentes, os corantes são os mais preocupantes, devidos às suas características de alta solubilidade, nocividade e baixa degradabilidade.

GRÁFICO 3. PORCENTAGEM DE LAVANDERIAS TÊXTEIS DO AGRESTE



FONTE: SILVA (2020) [ADAPTADO]

Cada corante pode gerar um resíduo diferente, para os mencionados na seção sobre os tipos de corantes, seus principais resíduos são indicados na tabela 5.

TABELA 5. RESÍDUOS GERADOS PELOS CORANTES.

Corante	Fibra	Resíduo
Reativo	Algodão	Corante, soda caustica, cinzas, sal e agente ativo interfacial
Direto	Algodão	Corante, carbonato de sódio, sal, agente ativo interfacial
Ácido	Nylon, vários tipos de acrílico	Corante, sal, ácido orgânico, agente ativo interfacial, tanino, tártaro emético para nylon,
Dispersivo	Acetato, nylon, poliéster, acrílico, cloreto de vinil	Corante, agente, ativo interfacial, carrier, hidrosulfito para poliéster
À cuba (Índigo)	Algodão	Corante de sódio, hidrosulfito, amaciante, agente ativo interfacial

FONTE: SANTOS, (2006)

## PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELAS LAVANDERIAS

33

Os efluentes têxteis apresentam a cor sua característica mais marcante, podendo ser detectáveis a olho nu, em concentrações de 1 ppm (1 mg/L). A coloração é devida à presença dos corantes que não se fixam nas fibras durante o processo de tingimento e que posteriormente na lavagem, transferem-se para o efluente.

A toxicidade dos resíduos têxteis é uma das questões mais relevantes no âmbito de impactos ambientais. Essa toxicidade é maior quanto mais se faz uso de corantes baseados em metais pesados, esses metais pesados podem estar presentes tanto nas moléculas dos corantes quanto nos produtos auxiliares envolvidos nos processos de tingimento, lavagem e acabamento, a tabela 6, demonstra a concentração de corantes por tipo de fibras.

FIGURA 52. DESPEJO DO EFLUENTE TÊXTIL EM CARUARU



Fonte: Silva et al., (2012)

A produção de efluentes e o descarte em corpos hídricos responsáveis pelo abastecimento de água dos municípios que compõem o Polo de Confeccões são responsáveis pela maioria dos problemas de poluição hídrica, a figura 52, representa o descarte do efluente em um corpo hídrico.

TABELA 6. CONCENTRAÇÃO DE METAIS EM CORANTES PARA ALGUNS TIPOS DE FIBRA

Corantes	Fibra	Metais					
		Cádmio mg/L	Cromo mg/L	Cobre mg/L	Chumbo mg/L	Mercúrio mg/L	Zinco mg/L
Reativo	Algodão	0,20	0,12	0,23	0,54	0,62	0,65
Direto	Algodão	0,16	0,07	12,05	0,42	1,39	0,87
Ácido	Poliâmida	0,02	0,08	1,43	0,21	0,38	1,39
Disperso	Poliéster	0,02	0,04	3,93	0,15	0,50	0,66
À cuba	Algodão	0,05	0,07	0,37	0,42	2,20	0,83

FONTE: SILVA, (2007) ADAPTADO

As lavanderias não geram apenas resíduos líquidos como os efluentes, há também a geração de outros resíduos como os sólidos e gasosos. Há resíduos gerados pela queima da lenha que alimentam as caldeiras, como por exemplo na etapa de desengomagem, ou ainda, o descarte de tampas de gafaraps, utilizadas em substituição as pedras na estonagem, essas tampas são lançadas juntamente com os efluentes nos corpos hídricos.

O efluente descartado pode apresentar também uma baixa concentração de corantes, o que o deixa com aspecto "límpido" em relação aos outros, não por isso que estes não apresentam outros contaminantes como, surfactantes, umectantes, dispersantes, provindos das etapas de beneficiamento.

A permanência desses poluentes, nos ambientes aquáticos, devido a sua alta estabilidade hidrolítica, podendo ter um tempo de vida de 50 anos. Afetando plantas e animais aquáticos, levando a um processo de eutrofização, impactando ecossistemas inteiros. Para os corantes sintéticos por conta dos anéis aromáticos complexos, tornam-se mais estáveis nas condições ambientais, sob o efeito da luz, pH e resistentes a degradação microbiológica.

A poluição causada pelas lavanderias se deve a um crescimento acelerado da região promovida pelas confecções, o qual não foi acompanhado por ações de controle ambiental, tornando-se uma problemática de extrema urgência.

Segundo o relatório da CPRH em 2005 para a cidade de Toritama, indicava que cerca 33% das lavanderias operavam sem alvará, 70% despejavam sem nenhum tipo de tratamento seus efluentes nos corpos hídricos, em especial o leito do Rio Capibaribe, 85% não controlavam a poluição atmosférica causada pela queima da lenha e que 69% das lavanderias utilizavam lenha como combustível em suas caldeiras.

## EXISTE ALTERNATIVA PARA ESTA PROBLEMÁTICA?

### TRATAMENTO DE EFLUENTES

- COAGULAÇÃO/FLOCULAÇÃO;
- ADSORÇÃO EM CARVÃO ATIVADO;
- LODO ATIVADO;
- PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS.

Uma das alternativas para enfrentar a problemática ambiental causada pelas lavanderias é através do tratamento dos efluentes, como alternativa para controlar a poluição das águas devido as grandes concentrações de contaminantes orgânicos e/ou inorgânicos, além da elevada intensidade de cor apresentada. Contendo sólidos suspensos, temperatura elevada, pH variável, por isso órgãos fiscalizadores impõem a necessidade do licenciamento ambiental e o pagamento de taxas anuais, obrigando os proprietários das lavanderias a cumprirem a legislação ambiental, a figura 53, demonstra a ação de um dos órgãos reguladores.

FIGURA 53. MATÉRIA DA FOLHA-PE SOBRE INTERDIÇÃO DE LAVANDERIAS

### CPRH interdita lavanderias de polo têxtil do Agreste

Foram interditas três lavanderias e outras sete foram intimadas a regularizar a situação junto à agência

Por Mariana Cordeiro, da Folha de Pernambuco



Fonte: <https://www.folhape.com.br/economia/cprh-interdita-lavanderias-de-polo-textil-do-agreste/22>

A ação dos órgãos regulamentadores são de extrema importância para o controle dos impactos ambientais, garantindo a segurança e integridade dos trabalhadores.

Fonte: <https://www.ufrpe.br/br/content/marco-zero-cante%C3%A7%C3%A3o-propostas-para-adiar-o-fim-de-um-mundo-agreste>



O tratamento de efluentes pode se dá por via de tratamentos físico-químicos, biológicos, ou por combinação entre ambos.

### Coagulação/Floculação

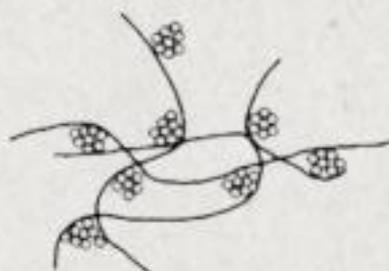
*"Objetivo dos processos físico-químicos é clarificar os efluentes através de uma combinação de recursos [...] que reduzem a turbidez, a cor e a carga orgânica, através da eliminação de sólidos suspensos" (COGO, 2011, p. 35)*

Esta técnica de tratamento tem como objetivo **agrupar partículas** que estão presentes na água, essas podem apresentar carga superficial negativa, a qual pode ter origem da adsorção seletiva de íons das hidroxilas (OH-) ou ainda pela dissociação de grupos reativos presentes nas extremidades das moléculas, a presença das cargas negativas acaba formando uma nuvem de íons positivos e negativos, o que impede a aproximação das partículas, devido ao efeito de repulsão de cargas, a figura 54 ilustra isso.

As partículas podem estar dispostas na forma de suspensão coloidal, o que significa que possuem um diâmetro entre 1 nanômetro e 1 micrometro.

Para que haja uma aproximação das partículas é necessário a adição de uma substância coagulante, alterando as forças que tendem a manter as partículas em suspensão separadas, permitindo a aproximação, a figura 55 ilustra a adição do corante e a aproximação das partículas.

FIGURA 57. REPRESENTAÇÃO DE UM FLOCO FORMADO PELA AÇÃO DO POLIELETRÓLITO



FONTE: COGO, (2011)

Essas combinações de técnicas podem remover os corantes dos efluentes, porém como a composição de cada efluente depende das atividades que os geraram, significa que para o sucesso desta técnica depende da concentração do corante e quantidade do efluente.

Essa técnica de tratamento consiste na adesão ou retenção de partículas líquidas ou gasosas na superfície de um sólido, através da atração entre as moléculas da superfície (adsorvente) e a do fluido (adsorbato), podendo ocorrer de maneira física, química.

Na adsorção física, as partículas do adsorbato ficam retida na superfície do sólido devido às interações intermoleculares, diferentemente do que ocorre na adsorção química, onde é estabelecido ligações químicas entre o adsorvente e o adsorbato

FIGURA 55. NUVEM DE ÍONS EM UMA PARTÍCULA COLOIDAL



FONTE: COGO, (2011)

FIGURA 56. EFEITO DO COAGULANTE NAS PARTÍCULAS COLOIDAIS



FONTE: COGO, (2011)

Com a adição do coagulante e o agrupamento das partículas é iniciado a fase de floculação, onde ocorre a formação dos coágulos, ao serem combinados nos tanques de floculação forma blocos maiores pela adição de moléculas orgânicas carregadas ionicamente e solúveis em água, os polieletrólitos, a figura 57, representa este processo. Os blocos sedimentam por gravidade, permitindo a separação sólido-líquido.

### Adsorção em Carvão ativado

É interessante fazer uma distinção entre interações moleculares e ligações químicas, as interações moleculares ocorrem da interação entre moléculas, através de forças repulsivas ou atrativas, exemplo disto são as interações dipolo-dipolo, no qual há a interação entre dois dipolos elétricos, figura 58 representa esse tipo de interação, no dipolo-dipolo, as cargas parciais iguais de mesmo nome se repelem, enquanto as cargas parciais de nomes diferentes se atraem. Já para a ligação química, ocorre entre átomos para formar moléculas ou compostos, como no caso das ligações iônicas e covalentes, ainda na figura 58 há a representação da ligação covalente entre os átomos de hidrogênio e cloro, formando a molécula ácido clorídrico HCl.

FIGURA 59. DIFERENÇA ESTRUTURAL ENTRE O CARVÃO COMUM E ATIVADO



A remoção do corante nesta técnica se dá pela passagem da amostra em carvão ativado, retendo as moléculas de corante. Essa técnica enfrenta uma dificuldade por ser considerado um processo lento e que é indicado para pequenos volumes de efluente. Além da cor, a técnica pode remover outros componentes dos efluentes.

## Lodo ativado

A figura 60 representa o esquema de tratamento por lodo ativado, nesse processo ocorre a mistura da cultura microbológica com o efluente, no qual é encaminhado para um decantador para a separação do lodo do efluente tratado. Este pode ser descartado no corpo hídrico,

O carvão ativado é uma forma de carbono porosa, que consegue reter partículas em seus poros, a representação da porosidade do carvão ativado comparado a um carvão comum está na figura 59, esta retenção é devido a uma posição incomum dos átomos da superfície em relação aos átomos do interior. Nesta relação há um balanceamento entre os átomos da superfície do carvão e as moléculas adsorvidas, essa neutralização das forças gera uma energia superficial responsável pelo fenômeno de adsorção.

Nesta técnica há o desenvolvimento de uma cultura microbológica para converter a matéria orgânica em produtos inertes pela ação de microrganismos aeróbios, como bactérias, fungos, algas e protozoários. O processo tem a utilização de um tanque de aeração, que proporciona oxigênio para os microrganismos, que consumirão a matéria orgânica do efluente.

FIGURA 58. REPRESENTAÇÃO DA INTERAÇÃO DIPOLO-DIPOLO

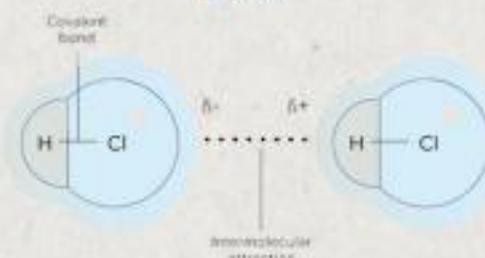
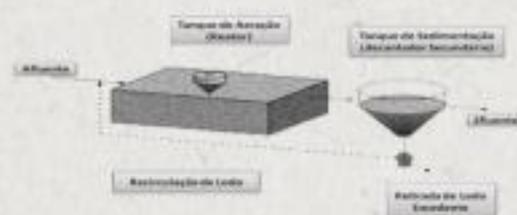
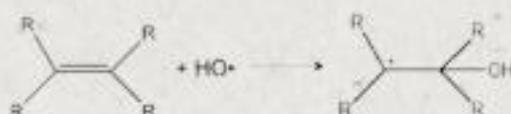


FIGURA 60. ESQUEMA DE TRATAMENTO POR LODO ATIVADO



## Processos Oxidativos Avançados

FIGURA 61. OXIDAÇÃO POR ADIÇÃO DE RADICAL



FONTE: SILVA, (2015)

Essa técnica consegue degradar seja parcialmente ou totalmente os corantes, baseada na geração de radicais livres, tendo como o principal o radical hidroxila (OH<sup>-</sup>), pois este radical tem alto potencial de degradar as moléculas dos corantes, o que não é visto nos tratamentos biológicos.

Os processos oxidativos avançados têm a capacidade de mineralizar praticamente qualquer matéria orgânica, tendo como produto água e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), sem a geração do lodo.

O processo de oxidação de moléculas orgânicas pode ocorrer por três mecanismos: remoção de hidrogênio, transferência de elétrons e adição de radical a uma ligação insaturada. A figura 61 representa a oxidação por meio da adição de um radical.

Nesse processo oxidativo, ocorre a interação entre a hidroxila e o hidrocarboneto insaturado, a hidroxila atuar como nucleofílico reagindo com a parte eletrofílica da insaturação, formando uma ligação covalente.

É importante destacar que não há um método universal para o tratamento dos efluentes têxteis, devido à alta complexidade e variedade dos corantes, coagulação /floculação e adsorção geram enormes quantidades de lodos, causando outra problemática a destinação adequada de resíduo. Para o lodo ativado, além da produção do lodo, os microrganismos não conseguem reduzir todos os compostos, como no caso do aniônicos (cloretos e sulfatos). Para os POAs é necessário um alto custo para implementação além de ter um alto custo energético, dificultando o uso em escala industrial.

## APÊNDICE E – CAPÍTULO 4

## CAPÍTULO 4

FAST  
FASHION

MARCELO.FABRÍCIO@UFPE.BR

QUAIS AS NOSSAS  
RESPONSABILIDADES  
FRENTE AOS IMPACTOS  
AMBIENTAIS?

# FAST FASHION



A indústria da moda representa uma das atividades econômicas mais importantes do mundo, em 2020 no Brasil gerou R\$ 1,91 milhões de toneladas de produção têxtil. O *fast fashion* (moda rápida) é um modelo de produção que domina cada vez mais o mercado têxtil.

Esse modelo de produção é caracterizado por ser uma resposta rápida às tendências de moda, no qual os produtos que estão em alta chegam às lojas rapidamente, além de utilizarem materiais baratos para a confecções.

Outra característica que populariza o *fast fashion* são as ofertas, com a utilização de matérias primas e mão de obra barata, obtêm preços mais baixos que os varejistas tradicionais, os quais podem levar até 24 meses para produzir uma coleção e lançá-la, diferentemente do *fast fashion* que pode fazer o mesmo em poucas semanas, conseguindo assim atingir uma grande parcela da população.

Neste modelo de confecção quem determina as tendências não são mais as marcas e sim os consumidores.

Esse consumismo promovido pelas marcas causa uma realidade de hiperconsumo, as quais incentivam cada vez mais o consumo desenfreado com peças cada vez mais baratas em detrimento da qualidade, levando a um consumo insustentável e um esgotamento criativo.

Para atender a essas exigências a exploração da mão de obra é a principal fonte. Diversos países são utilizados para isso, como a China que concentra a maior parte da produção das cocções que alimentam o mercado têxtil. Em Guangdong na china, as condições são tão exploratórias que mulheres e crianças trabalham mais de 150 horas extras de trabalhos por mês.

O Polo de Confecções também representa esse mercado *Fast Fashion*, o alto movimento na Feiras de compradores de várias partes do estado e também de fora, o que exige uma entrega rápida e constaste das confecções em especial o jeans, exigindo em paralelo mais dos fabricos e facções.

## PROBLEMAS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO FAST FASHION

O incentivo ao consumo desenfreado e a produção de confecções para atender às demandas geram diversos impactos ambientais em toda a cadeia de produção têxtil.

No Brasil segundo a Associação das Indústrias Têxteis do Brasil (ABIT), produziu-se cerca de 1,91 milhões de toneladas de produtos têxteis somente em 2020, gerando cerca de 175 mil toneladas de resíduos têxteis.

Os impactos causados pelo setor têxtil são dos mais variados, a alta demanda de recursos naturais pode levar a um esgotamento dos mesmos, gerando impactos que podem ser permanentes no meio ambiente. A produção algodão como exemplo demanda uma enorme quantidade de água, além de contribuir para a poluição do ar, contaminação e destruição do solo.

O destino desses resíduos pode variar desde a lixões ou aterros sanitários agravando ainda mais os problemas ambientais gerados na produção têxtil, a figura 62 representa o descarte dos resíduos têxteis.

O fast Fashion devido a sua produção em massa exige cada vez mais recursos naturais, juntamente com o consumo desenfreado, levam a um desperdício gigantesco contribuindo para o agravamento de problemas ambientais associados a produção têxtil.



A produção de roupas mais que dobrou nos últimos 15 anos.



73% dos resíduos têxteis são queimados ou enviados para aterros sanitários.



12% são reciclados e somente 1% é reutilizado como matéria prima para a confecção de novas roupas.

FIGURA 62. LIXÃO TÊXTEL NO DESERTO DO ATACAMA



FONTE: MARTIN BERNETTI/G1

## RESPONSABILIDADES DOS CONSUMIDORES

Apesar dos preços atrativos fornecidos pelo fast fashion é necessário levar em consideração diversos aspectos sociais, éticos e ambientais na compra de roupas, pois nós enquanto consumidores somos a etapa final da produção.

Sendo de extrema importância que os consumidores reconheçam os impactos causado pela escolha do mercado fast fashion, podendo contribuir para uma exploração da mão de obra barata e aumento nos impactos ambientais significativamente. Porém é importante destacar que os consumidores não podem ser os únicos responsabilizados, as empresas devem adotar práticas mais sustentáveis nas suas cadeias de produção.

Sendo assim, é importante assumir a responsabilidade enquanto consumidor, optando por empresas que possuem transparência em suas cadeias de produções e que adotem práticas sustentáveis, escolhendo peças mais duráveis com uma qualidade maior e que duraram mais, com a responsabilidade para além das compras, mas sim com o compromisso de um desenvolvimento mais sustentável.

## APÊNDICE F – APLICAÇÕES DO MATERIAL PARADIDÁTICO

FIOS E HISTÓRIAS: O ENTREMEADO ENTRE JEANS E O AGRESTE PERNAMBUCANO

# APLICAÇÕES PARA O MATERIAL

41

A seguir será apresentada algumas sugestão para a aplicação deste material, primeiro será feito o uso de uma sequência didática e posteriormente dois experimentos, os quais podem ser utilizados em aulas de químicas contendo temas correlatos a temática das lavanderias têxteis.

### Sequência Didática

**TEMA: CINÉTICA QUÍMICA**

**UNIDADE TEMÁTICA: MATERIA E ENERGIA**

**PÚBLICO ALVO: ALUNOS DO 2º ANO DO ENSINO MÉDIO**

**DURAÇÃO: 4 AULAS (50 MINUTOS CADA)**

#### CONTEÚDOS ABORDADOS

- Velocidade das reações químicas
- Leis de velocidades;
- Fatores que influenciam as velocidades das reações;
- Catalisadores;
- Aplicação ambiental da cinética química;
- Poluição Ambiental;
- Reações de oxidação

#### HABILIDADES

- (EM13CNT101QUI02PE) - Compreender os conceitos, princípios, leis e classificações das soluções;
- (EM13CNT101QUI22PE) - Discutir aspectos favoráveis e desfavoráveis das estratégias químicas e biológicas em toda cadeia produtiva tais como no controle de pragas, aquecimento global, escassez de água;
- (EM13CNT101QUI03PE) - Correlacionar as teorias de espontaneidade e reversibilidade para compreensão dos conceitos de equilíbrio e cinética química como forma de intervir de maneira efetiva, eficiente e eficaz nas cadeias produtivas e industriais;
- (EM13CNT206) - Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade considerando parâmetros qualitativos e quantitativas, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

#### OBJETIVO GERAL

Apresentar os conceitos fundamentais da cinética química e os fenômenos a eles associados.

#### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Relacionar as diferentes dimensões micro, macro e representacional presentes nas reações químicas;
- Identificar quais e como determinados fatores influenciam na velocidade das reações químicas;
- Desenvolver a habilidade de relacionar a concentração dos reagentes e as velocidades de reação para determinar as leis de velocidade;
- Desenvolvimento de habilidades experimentais correlacionando a cinéticas química com aspectos do cotidiano;
- Apresentar os impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado de efluentes têxteis no meio ambiente
- Contextualizar o papel do jeans no Agreste Pernambuco e seus impactos sob a região.

## RECURSOS DIDÁTICOS

- Livros didáticos, material paradidático (Fios e histórias: o entremeado entre o *jeans* e o Agreste Pernambucano), quadro branco, data show, lápis piloto, materiais para a realização do experimento.

## PROCEDIMENTO/METODOLOGIA

- Primeira aula, problematização do contexto das lavanderias através do Agreste Pernambuco por meio do material paradidático, abordando diversos aspectos relacionados ao beneficiamento do *jeans* e sua importância para a região;
- Segunda aula, será dado destaque ao papel das lavanderias e suas contribuições para os impactos ambientais negativos, mediante ao descarte dos efluentes têxteis coloridos no meio ambiente. Discutindo qual a importância de um tratamento prévio dos efluentes antes do descarte e destacando quando não há o emprego de tratamento há diversos problemas ambientais associados ao descarte incorreto, como a diminuição de oxigênio nos corpos hídricos levando a eutrofização e os impactos fotossintéticos. Por fim, apresentando possibilidades de tratamento dos efluentes para a diminuição dos impactos ambientais causados pelos efluentes;
- Terceira aula, será iniciado a exposição teórica do conteúdo de cinética química, abordando o que são as velocidades das reações, e as relações entre concentração e velocidade. Na sequência será destacado os fatores que influenciam na velocidade das reações, prosseguindo será apresentado as leis de velocidades, a utilização de catalisadores para o aumento da velocidade das reações e a modificação nos mecanismos de reação, por fim será discutido as reações de oxidação pois serão a importantes para compreender o experimento.
- Quarta aula, ocorrerá a realização do experimento mostrando como os POA's são alternativas para o tratamento dos efluentes das lavanderias têxteis, conseguindo degradar diferentes tipos de corantes. Será dado destaque ao sistema foto-fenton, o qual tem como fundamento a oxidação dos componentes do efluente.

## AVALIAÇÃO

- Será avaliado se os alunos conseguiram estabelecer as relações que envolvem as velocidades das reações através das habilidades necessárias;
- Execução do experimento e a interpretação dos fenômenos observados;
- Resolução das questões propostas.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC): educação é a base**. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Educação**. Organizador Curricular por Bimestre Formação Geral Básica (FBG) – Química. 2020.

SALVADOR, T; MARCOLINO JR, L. H.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos Fenton, foto-Fenton e eletro-Fenton. **Química Nova**, v. 35, p. 932-938, 2012.

## EXPERIMENTO 01

### UTILIZAÇÃO DE PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POAS'S) PARA OXIDAÇÃO DE CORANTES

#### INTRODUÇÃO

Os corantes estão presentes no nosso cotidiano em diversos produtos, seja nos alimentos e bebidas que ingerimos, nas roupas que usando e em mais uma infinidade de produtos, conferindo cores atrativas e marcadas para os produtos. A persistência dos corantes no meio ambiente é muito alta devido a sua baixa degradabilidade e quando liberados nos corpos hídricos e solos acarretam diversos problemas ambientais, por isso vem se buscando alternativas para o seu tratamento. E é neste cenário que os POA's ganham destaque, pois oferecem uma alternativa na degradação dos corantes, utilizando princípios da cinética química, contribuindo assim para minimizar os impactos ambientais.

#### OBJETIVO

Verificar a descoloração dos corantes por meio do processo oxidativo avançado utilizando o sistema foto-fenton.

#### MATERIAIS

- Corante de tecido
- Corante alimentício
- Corante para cabelo
- Tubo de ensaio
- Estante para tubos de ensaio
- Béquer
- Água destilada
- Peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)
- Ferro (comprimidos de Bisglicinato ferroso)
- Balança

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

##### 1. Elaboração das soluções

###### 1.1 Solução do corante de tecido (Anilinas Gaúcha)

Adicionar 300 mg do corante em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

###### 1.2 Solução do corante alimentício (Iceberg Chef)

Adicionar uma gota do corante aproximadamente 0,05 mL em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

###### 1.3 Solução de corante para cabelo (Anilinas Gaúcha)

Adicionar 20 mg do corante em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

**1.4 Solução de Bisglicinato Ferroso ( $\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_2$ )**

Dissolver um comprimido em um béquer com água destilada, após isto transferir para um balão volumétrico de 50 mL e completar o volume.

**2. Ensaios de Fotodegradação**

Para analisar a fotodegradação dos corantes é necessário transferir determinados volumes para um tubo de ensaio e expô-los à radiação solar. Sendo assim serão utilizados 4 tubos de ensaios e cada um conterá a seguinte quantidade de cada solução, conforme mostrado na tabela 01.

TABELA 01. VOLUME DE CADA SOLUÇÃO PARA SER ADICIONADA AOS TUBOS DE ENSAIO

Tubo de ensaio 01	8 mL da solução corante
Tubo de ensaio 02	8 mL da sol. corante + 1 mL da sol. Bisglicinato ferroso
Tubo de ensaio 03	8 mL da sol. Corante + 1 mL de peróxido de hidrogênio
Tubo de ensaio 04	8 mL sol. Corante + 1 mL sol. Peróxido de hidrogênio + 1 mL sol. Bisglicinato ferroso

FORTE: DUQUE; VASCONCELOS (2023)

## QUESTÕES

- Identifique as estruturas químicas presentes nos corantes utilizados neste experimento e classifique-os.
- Identifique o catalisador utilizado na fotodegradação explique sua importância para a descoloração dos corantes.
- Quais as diferenças observadas na mudança da coloração em cada tubo ao longo do tempo? Como a presença de mais de um tipo de solução contribuiu com isto?

## REFERÊNCIAS

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.

DUQUE, C. H.; VASCONCELOS, J. P. S. **Processos Oxidativos Avançados (POA) no ensino de química: Proposta de ferramenta metodológica envolvendo a Química Ambiental**. 44 p. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE) campus Ipojuca, Ipojuca, 2023.

## EXPERIMENTO 02

### DESBOTAMENTO DO JEANS COM A UTILIZAÇÃO DO PERMANGANATO DE POTÁSSIO

#### INTRODUÇÃO

A cor azul do *jeans* é a sua principal característica, para a sua comercialização é requerido por parte dos consumidores aspectos desgastados e nas peças de *jeans*. Esse processo de desgaste é envelhecimento é realizado nas lavanderias por meio de processos físicos e químicos.

Algumas técnicas aplicadas podem ser a *stoned wash*, as quais são utilizadas pedras dentro das lavadoras para conferirem o aspecto desgastado a peça de *jeans*. Outras maneiras de se obter o desgaste é por meio dos processos químicos, como a oxidação da cor azul via a utilização do permanganato de potássio.

#### OBJETIVO

Conferir desgaste ao *jeans* com a utilização de permanganato de potássio, semelhantes aos produzidos nas lavanderias têxteis através das reações de oxiredução.

#### MATERIAIS

- Amostras de tecido *jeans* (3cm x 3 cm)
- Solução de permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>)
- Peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 10 volumes
- Béqueres
- Ácido Clorídrico (HCl) 0,1 mol.L<sup>-1</sup>

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

##### 1. Elaboração das soluções

###### 1.1 Solução do permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>)

Serão preparadas soluções com diferentes concentrações, para isto dissolver um comprimido de KMnO<sub>4</sub> ou aproximadamente 0,1g em 50 mL de água para a concentração 01. E para as concentrações 02 e 03, dissolver 0,2g e 0,4g de KMnO<sub>4</sub> respectivamente em béqueres.

##### 2. Desbotamento do *jeans*

2.1 Mergulhar as amostras de *jeans* nos béqueres contendo as soluções em diferentes concentrações e aguardar por aproximadamente 5 minutos;

2.2 Passado os 5 minutos, transferir os retalhos de *jeans* para outros béqueres e aguardar por mais 5 minutos;

2.3 Transferir os retalhos para outro recipiente e cobrir com água o fundo do recipiente, acrescentar 3 gotas de HCl 0,1 mol.L<sup>-1</sup> e 10 gotas de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10 volumes em cada uma das amostras.

**QUESTÕES**

- Descreva como o permanganato de potássio provoca a oxidação das moléculas de índigo presentes nas fibras têxteis.
- Demonstre a reação de oxirredução entre o permanganato de potássio e a água oxigenada.

**REFERÊNCIAS**

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente**; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.

LUZ, A. R.; LONGHIN, S. R. **Ensino de conceitos químicos em uma abordagem CTSA por meio da temática corantes têxteis**. 35 p. 2017, Produto educacional (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, Campus Jataí, Goiás, 2017.

MUCHEN, S.; ADAIME, M. B.; PERAZOLLI, L. A.; AMANTÉA, B. E.; ZAGHETE, M. A. Jeans: a relação entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais para o ensino de química. *Química e Sociedade*. São Paulo: **Química Nova na Escola**. v. 37, n. 3, p. 172-179, 2015.

## APÊNDICE G – SEQUÊNCIA DIDÁTICA

<u>SEQUÊNCIA DIDÁTICA</u>
<b>Tema:</b> Cinética Química
<b>Unidade temática:</b> Matéria e energia
<b>Público alvo:</b> Alunos do 2º ano do ensino médio
<b>Duração:</b> 4 aulas (50 minutos cada)
<p><b>Conteúdos abordados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Velocidade das reações químicas;</li> <li>• Leis de velocidades;</li> <li>• Fatores que influenciam as velocidades das reações</li> <li>• Catalisadores</li> <li>• Aplicação ambiental da cinética química</li> <li>• Poluição Ambiental</li> <li>• Reações de oxidação</li> </ul>
<p><b>Habilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (EM13CNT101QUI02PE) – Compreender os conceitos, princípios, leis e classificações das soluções.</li> <li>• (EM13CNT101QUI22PE) - Discutir aspectos favoráveis e desfavoráveis das estratégias químicas e biológicas em toda cadeia produtiva tais como no controle de pragas, aquecimento global, escassez de água;</li> <li>• (EM13CNT101QUI03PE) - Correlacionar as teorias de espontaneidade e reversibilidade para compreensão dos conceitos de equilíbrio e cinética química como forma de intervir de maneira efetiva, eficiente e eficaz nas cadeias produtivas e industriais;</li> <li>• (EM13CNT206) – Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.</li> </ul>
<p><b>Objetivo geral</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentar os conceitos fundamentais da cinética química e os fenômenos a eles associados.</li> </ul>

**Objetivos específicos**

- Relacionar as diferentes dimensões micro, macro e representacional presentes nas reações químicas;
- Identificar quais e como determinados fatores influenciam na velocidade das reações químicas;
- Desenvolver a habilidade de relacionar a concentração dos reagentes e as velocidades de reação para determinar as leis de velocidade.
- Desenvolvimento de habilidades experimentais correlacionando a cinética química com aspectos do cotidiano.
- Apresentar os impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado de efluentes têxteis no meio ambiente.
- Contextualizar o papel do jeans no Agreste Pernambucano e seus impactos sob a região

**Recursos didáticos**

- Livros didáticos, Material paradidático (Fios e histórias: o entremeado entre o *jeans* e o Agreste Pernambucano), quadro branco, data show, lápis piloto, materiais para realização do experimento.

**Procedimento/Metodologia**

- Primeira aula, problematização do contexto das lavanderias através do Agreste Pernambucano por meio do material paradidático, abordando diversos aspectos relacionados ao beneficiamento do *jeans* e sua importância para a região;
- Segunda aula, será dado destaque ao papel das lavanderias e suas contribuições para os impactos ambientais negativos, mediante ao descarte dos efluentes têxteis coloridos no meio ambiente. Discutindo qual a importância de um tratamento prévio dos efluentes antes do descarte e destacando quando não há o emprego de tratamento há diversos problemas ambientais associados ao descarte incorreto, como a diminuição de oxigênio nos corpos hídricos levando a eutrofização e os impactos fotossintéticos. Por fim, apresentando possibilidades de tratamento dos efluentes para a diminuição dos impactos ambientais causados pelos efluentes.
- Terceira aula, será iniciado a exposição teórica do conteúdo de cinética química, abordando o que são as velocidades das reações, e as relações entre concentração e velocidade. Na sequência será destacado os fatores que influenciam na velocidade das reações, prosseguindo será apresentado as leis de velocidades, a utilização de catalisadores para o aumento da velocidade das reações e a modificação nos mecanismos de reação, por fim será discutido as reações de oxidação pois serão as importantes para compreender o experimento.
- Quarta aula, ocorrerá a realização do experimento mostrando como os POA's são alternativas para o tratamento dos efluentes das lavanderias têxteis, conseguindo degradar diferentes tipos de corantes. Será dado destaque ao sistema foto-fenton, o qual tem como fundamento a oxidação dos componentes do efluente.

**Avaliação**

- Será avaliado se os alunos conseguiram estabelecer as relações que envolvem as velocidades das reações através das habilidades necessárias;
- Execução do experimento e a interpretação dos fenômenos observados;
- Resolução das questões propostas.

**Referências**

ATKINS, P.; JONES, L. Princípios de Química: questionando a vida moderna e o meio ambiente; 5ª Ed, Bookman Companhia Ed., 2011.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** educação é a base. Brasília, DF: MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

SALVADOR, T; MARCOLINO JR, L. H.; PERALTA-ZAMORA, P. Degradação de corantes têxteis e remediação de resíduos de tingimento por processos Fenton, foto-Fenton e eletro-Fenton. **Química Nova**, v. 35, p. 932-938, 2012.

PERNAMBUCO. **Secretaria de Educação.** Organizador Curricular por Bimestre Formação Geral Básica (FBG) – Química. 2020.

## APÊNDICE H – ROTEIRO EXPERIMENTO SOBRE POA'S

### ROTEIRO DE AULA PRÁTICA DE QUÍMICA

**EXPERIMENTO 01:** Utilização de Processos Oxidativos Avançados (POA's) para oxidação de corantes.

#### INTRODUÇÃO

Os corantes estão presentes no nosso cotidiano em diversos produtos, seja nos alimentos e bebidas que ingerimos, nas roupas que usando e em mais uma infinidade de produtos, conferindo cores atrativas e marcadas para os produtos. A persistência dos corantes no meio ambiente é muito alta devido a sua baixa degradabilidade e quando liberados nos corpos hídricos e solos acarretam diversos problemas ambientais, por isso vem se buscando alternativas para o seu tratamento. E é neste cenário que os POA's ganham destaque, pois oferecem uma alternativa na degradação dos corantes, utilizando princípios da cinética química, contribuindo assim para minimizar os impactos ambientais.

#### OBJETIVO

Verificar a descoloração dos corantes por meio do processo oxidativo avançado utilizando o sistema foto-fenton.

#### MATERIAIS

- Corante de tecido
- Corante alimentício
- Corante para cabelo
- Tubo de ensaio
- Estante para tubos de ensaio
- Béquer
- Água destilada
- Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ )
- Ferro (comprimidos de Bisglicinato ferroso)
- Balança

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### 1. Elaboração das soluções

#### 1.1 Solução do corante de tecido (Anilinas Gaúcha)

Adicionar 300 mg do corante em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

#### 1.2 Solução do corante alimentício (Iceberg Chef)

Adicionar uma gota do corante aproximadamente 0,05 mL em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

#### 1.3 Solução de corante para cabelo (Anilinas Gaúcha)

Adicionar 20 mg do corante em um béquer e na sequência dissolvê-lo em água destilada sob agitação manual. Após a dissolução do corante, transferir a solução para um balão volumétrico de 50 mL e complementar o volume.

#### 1.4 Solução de Bisglicinato Ferroso ( $\text{Fe}(\text{C}_2\text{H}_4\text{NO}_2)_2$ )

Dissolver um comprimido em um béquer com água destilada, após isto transferir para um balão volumétrico de 50 mL e completar o volume.

### 2. Ensaio de Fotodegradação

Para analisar a fotodegradação dos corantes é necessário transferir determinados volumes para um tubo de ensaio e expô-los à radiação solar. Sendo assim serão utilizados 4 tubos de ensaios e cada um conterá a seguinte quantidade de cada solução, conforme mostrado na tabela 01.

**Tabela 01** – Volume de cada solução para ser adicionada aos tubos de ensaio.

<b>Tubo de ensaio 1</b>	8 mL da solução corante
<b>Tubo de ensaio 2</b>	8 mL da sol. corante + 1 mL da sol. Bisglicinato ferroso
<b>Tubo de ensaio 3</b>	8 mL da sol. Corante +1 mL de peróxido de hidrogênio
<b>Tubo de ensaio 4</b>	8 mL sol. Corante + 1 mL sol. Peróxido de hidrogênio + 1 mL sol. Bisglicinato ferroso

Fonte: Duque; Vasconcelos (2023)

Os tubos serão expostos à radiação solar e para cada uma hora acompanhar o processo de degradação dos corantes durante um total de quatro e anotar as mudanças observadas.

### QUESTÕES

- Identifique as estruturas químicas presentes nos corantes utilizados neste experimento e classifique-os.
- Identifique o catalisador utilizado na fotodegradação explique sua importância para a descoloração dos corantes.
- Quais as diferenças observadas na mudança da coloração em cada tubo ao longo do tempo? Como a presença de mais de um tipo de solução contribuiu com isto.