

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS QUÍMICOS**

YASMIN PINTO RODRIGUES

**ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA
TÊXTIL: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

**Bagé
2022**

YASMIN PINTO RODRIGUES

**ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA
TÊXTIL: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialização em Gestão de Processos Industriais Químicos.

Orientador: Edson Abel dos Santos Chiaramonte

**Bagé
2022**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

R696a Rodrigues, Yasmin Pinto
Análise das ferramentas de gestão ambiental na indústria têxtil: Uma revisão bibliométrica / Yasmin Pinto Rodrigues.
65 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) --
Universidade Federal do Pampa, ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO DE
PROCESSOS INDUSTRIAIS QUÍMICOS, 2022.

"Orientação: Edson Abel dos Santos Chiaramonte".

1. Gestão ambiental. I. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal do Pampa

YASMIN PINTO RODRIGUES

**ANÁLISE DAS FERRAMENTAS DE GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA TÊXTIL: UMA
REVISÃO BIBLIOMÉTRICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Especialização em Gestão de Processos Industriais Químicos.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em: 13 de Abril de 2022.

Banca examinadora:

Prof. Doutor Edson Abel dos Santos Chiamonte

Orientador

UNIPAMPA

Prof. Doutor César Antônio Mantovani

UNIPAMPA

Prof. Doutor Sérgio Meth Morgenbesser

UNIPAMPA



Assinado eletronicamente por **EDSON ABEL DOS SANTOS CHIARAMONTE, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 17/04/2022, às 19:23, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CESAR ANTONIO MANTOVANI, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/04/2022, às 03:08, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **SERGIO METH MORGENBESSER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 18/04/2022, às 12:30, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0784828** e o código CRC **E5817224**.

Referência: Processo nº 23100.006925/2022-55 SEI nº 0784828

RESUMO

Os resíduos das atividades industriais provocam sérios prejuízos ao meio ambiente, principalmente aos corpos hídricos. Dentre os resíduos gerados pela indústria, os efluentes gerados na indústria têxtil se destacam pela alta carga de compostos químicos orgânicos. Os corantes são os principais colaboradores para tal característica dos resíduos, uma vez que são compostos de difícil degradação e de alta toxicidade para o meio ambiente. Concomitante a isso existe a necessidade de uma gestão ambiental efetiva e eficiente no setor ambiental das indústrias. Portanto, o presente trabalho busca abranger a importância do sistema de gestão ambiental e visa revisar de forma sistêmica algumas metodologias de gestão com o intuito de serem aplicadas no sistema de geração de efluentes da indústria têxtil, visto que esse é o principal setor gerador de poluentes para os corpos hídricos. Discutiram-se também as características de cada metodologia, forma de elaboração, vantagens e desvantagens, bem como exemplo de aplicação no setor de tratamento de efluentes provenientes da produção têxtil.

Palavras - Chave: indústria têxtil, efluente, gestão ambiental.

ABSTRACT

Residues from industrial activities cause serious damage to the environment, especially to water bodies. Among the waste generated by the industry, the effluents generated in the textile industry stand out for their high load of organic chemical compounds. Dyes are the main contributors to this characteristic of waste, since they are compounds of difficult degradation and high toxicity to the environment. Concomitant to this, there is a need for an effective and efficient environmental management in the environmental sector of industries. Therefore, the present work seeks to cover the importance of the environmental management system and aims to systematically review some management methodologies in order to be applied in the effluent generation system of the textile industry, since this is the main sector that generates pollutants. for water bodies. The characteristics of each methodology, form of elaboration, advantages and disadvantages, as well as an example of application in the sector of treatment of effluents from textile production were also discussed.

Keywords: textile industry, effluents, environmental management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Indústria têxtil.....	15
Figura 2 - Estimativas até 2030.....	16
Figura 3 - Efluente gerado na indústria têxtil.....	20
Figura 4 - Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção.....	23
Figura 5 - Esquematização do fio de teia (transversal) e de trama (longitudinal).....	24
Figura 6 - Ciclo PDCA.....	28
Figura 7 - Integração das Perspectivas do Balanced Scorecard.....	31
Figura 8 - Disseminação da visão estratégica.....	34
Figura 9 - Etapas de aplicação do método.....	39
Figura 10 - Benefícios do GPD.....	40
Figura 11 - Etapas do método FMEA.....	41
Figura 12 - Classificação quanto à severidade/gravidade.....	42
Figura 13 - Classificação quanto à frequência/probabilidade.....	43
Figura 14 - Classificação quanto à detecção.....	44
Figura 15 - Ações recomendadas conforme o valor da RPN.....	45
Figura 16 - Geração e tratamento de efluentes da indústria têxtil.....	48
Figura 17 - Fluxograma etapa AÇÃO.....	51
Figura 18 - Mapa estratégico BSC.....	52
Figura 19 - Relação entre os métodos BSC, GPD e ciclo PDCA.....	56
Figura 20 - Interfaces entre as três metodologias.....	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Cadeia de produção e destinação final da indústria têxtil	17
Quadro 2 - Principais impactos ambientais na cadeia têxtil e suas características...	18
Quadro 3 - Características de corantes têxteis utilizados	21
Quadro 4 - Etapas do ciclo PDCA	28
Quadro 5 - Etapas da aplicação do BSC.....	32
Quadro 6 - 7 passos da aplicação do GDP	35
Quadro 7 - Análise de modo e efeito de falha	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Modelo de planilha FMEA	42
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BSC – *Balanced Scorecard*
ETE – *Estação de tratamento de efluentes*
FMEA – *Failure Mode and Effects Analysis*
GPD – Gerenciamento pelas diretrizes
MF - Microfiltração
NPR - Número de Prioridades de Risco
PMI - *Project Management Institute*
pH – *Potencial hidrogenionico*
UF - Ultra filtração
OR - Osmose Reversa
RPN - Risk priority number
SGA – Sistema de Gestão Ambiental
UNIPAMPA – Universidade Federal do Pampa

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 Setor industrial brasileiro	14
3.1.1 Indústria têxtil.....	14
3.1.2 Processo produtivo da industria têxtil	22
3.2 Gestão empresarial	25
3.3 Sistema de Gestão Ambiental	26
3.4 Metodologias de gestão.....	27
3.4.1 Ciclo PDCA	27
3.4.2 BSC.....	30
3.4.3 GPD.....	33
3.4.4 FMEA	40
4 MATERIAIS E MÉTODOS	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1 Aplicação do PDCA no tratamento de efluentes	50
5.2 Aplicação do BSC no tratamento de efluentes.....	52
5.3 Aplicação do GPD no tratamento de efluentes.....	53
5.4 Aplicação do FMEA no tratamento de efluentes	53
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	58
REFERÊNCIAS.....	60

1 INTRODUÇÃO

A indústria química, considerando os impactos ambientais decorrentes das suas atividades, está sendo cobrada e monitorada pela sociedade e pelo governo. A legalidade em torno destas empresas no quesito ambiental vem sendo acompanhada com preocupação (FIGUEIRÓ S. P.; MARIATH K. A., 2018)

Foi necessário ocorrer uma sucessão de acidentes ambientais para que o homem pudesse desenvolver políticas voltadas para o uso correto dos recursos naturais do planeta. Durante esse tempo de desenvolvimento, aconteceram vários acidentes ambientais de grandes proporções que foram responsáveis por poluir água, solo, ar, não só na área onde as indústrias poluidoras estavam instaladas, mas em alguns casos abrangendo quilômetros (SANTOS; ROVARIS, 2017).

Moser (2021) relata que a indústria têxtil é um dos grandes poluentes do planeta, responsável pelo vasto volume de utilização de água, energia e geração de resíduos químicos. Desta forma, fazem-se necessárias práticas acerca do alcance da sustentabilidade na cadeia têxtil.

Faccioli et al. (2020) acrescenta que após a finalização do seu ciclo na cadeia produtiva, a indústria têxtil acaba ocasionando a poluição dos corpos hídricos. Os efluentes têxteis são coloridos pois parte dos corantes que foram aplicados no processo de tingimento não se fixaram nas fibras

Tendo em vista que, nos últimos anos houve um significativo aumento no consumo mundial, que por consequência, impulsionou a industrialização, grande parte dos setores da moda, terão que se adequar à nova realidade do mundo da moda: a sustentabilidade. Portanto, muitas são as dúvidas sobre o futuro da indústria têxtil, pois dadas as atuais condições ambientais, ações devem ser tomadas para protegê-la a partir da consciência de sua importância e da mudança de atitudes (MOSER, 2021)

A indústria têxtil e de confecções brasileira tem se destacado no mercado mundial tanto pelas suas características de negócio como pelo seu profissionalismo, criatividade, tecnologia, e pelas suas dimensões produtivas. Entretanto, vêm enfrentando dificuldades relacionadas com sua complexidade industrial e com o próprio desempenho da economia brasileira. (MILNITZ; LUNA, 2017)

Baseando-se neste contexto, o presente trabalho visa apresentar uma revisão sistêmica sobre os métodos de gestão empresarial e o sistema de gestão ambiental

das indústrias e a aplicabilidade de cada um deles no setor têxtil, onde para isso foram exemplificadas a aplicabilidade das metodologias de gestão ciclo PDCA, BSC, GPD e FMEA no setor ambiental da indústria têxtil.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão sistêmica sobre os métodos de gestão no setor ambiental das indústrias e a aplicabilidade de cada um deles no setor têxtil.

2.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar a indústria têxtil e todas as suas formas de poluição;
- Descrever cada um dos métodos de gestão utilizados;
- Verificar os aspectos positivos e negativos de cada método;
- Averiguar a aplicabilidade dos métodos de gestão no setor ambiental da indústria têxtil.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Setor industrial brasileiro

O setor industrial é um dos principais indutores de crescimento econômico, devido aos efeitos de transbordamento repassados aos demais setores da economia (SILVA, 2018).

As transformações socioeconômicas dos últimos anos têm buscado fundo o comportamento das companhias até por serem acostumadas à pura e exclusiva maximização do ganho. Se por um lado o setor individual se destaca na geração de bonança, por outro lado, sabe-se que com grande quantidade, vem grande responsabilidade (TOMAZINI, 2020)

A busca de diferenciais para lidar com a competitividade e a dinâmica do mercado atual tem conduzido as empresas a inovarem, nesse contexto Batista *et al.*, (2020) cita que a partir de colaborações no campo da cooperação e inovação, surgem as redes de cooperação com o objetivo de superar a insuficiência de recursos financeiros, capital humano, conhecimento e infraestrutura das empresas, dentre outros fatores.

Conforme relata (COLTRE; MARTINS, 2018), no cenário industrial brasileiro, existe uma diversidade muito grande no grau de crescimento das indústrias.

Freitas (2022) relata que na região sul do Brasil estão inseridas diferentes tipos de indústrias, no entanto, as atividades que mais predominam é a produção têxtil e alimentícia, essas utilizam como matéria-prima a produção agropecuária desenvolvida na região.

3.1.1 Indústria têxtil

O Brasil possui um forte setor têxtil, representando uma parte importante da economia do país. (ALMEIDA; DILARRI; CORSO, 2016)

Conforme define (MILNITZ; LUNA, 2017) indústria têxtil transforma o fio em tecido, por meio da tecelagem, malharia e realiza o acabamento final do produto pelo processo de beneficiamento.

Na Figura 1 é apresentada uma indústria têxtil em funcionamento.

Figura 1 - Indústria têxtil



Fonte: FLUSH Engenharia (2022)

Este tipo de indústria, no Brasil, tem grande valor sócio econômico, sendo esse setor o segundo maior empregador da indústria de transformação, com aproximadamente 1,36 milhões de empregados diretos e 8 milhões de trabalhadores indiretos. Além de o país ser o 5º maior produtor mundial de têxteis, com 24,6 mil unidades produtivas formais em todo o país (ABIT, 2022).

Na atualidade, segundo (REZENDE; LOPES, 2019) a baixa qualidade e pequenos preços oferecidos por grande parcela da produção têxtil globalizada causaram uma mudança nos atos de comprar e de vestir. Isto se dá, pois, as peças adquiridas serão logo descartadas, encorajando a compra de novos produtos.

Conseqüentemente, os produtos possuem um ciclo de vida curto, um descarte inadequado, processos de fabricação tóxicos e essas questões desafiam os aspectos de sustentabilidade da indústria da moda (HU et al., 2018)(MORETTO et al., 2018)

Na indústria têxtil, especificamente, toda a cadeia de produção gera elevado impacto ao meio ambiente (BERLIN, 2014)

Ao se falar em indústria têxtil aborda-se um processo que vai da produção e plantio de sementes para a obtenção de matéria prima dos substratos têxteis até os milhões de trabalhadores, de agricultores à *top-models* passando por costureiras, bordadeiras e todos os demais

envolvidos nas etapas das cadeias têxteis. Como área do fazer, em se tratando especificadamente de confecção de roupas e acessórios, a dimensão dos insumos, recursos, produtos e materiais usados vão de especificidades, como um importante número de tipos de linhas e agulhas, até máquinas de lavar, teares industriais, óleos, adstringentes, solventes, branqueadores, lixas, tintas e corantes, resinas, metais, papel, plásticos, filmes, tratores, arados, pesticidas e fertilizantes, etc. (BERLIN, 2014)

Um estudo conduzido pela *Boston Consulting Group* chamado *Pulse of the Fashion Industry*, de 2019, mostra que até 2030 a indústria global de vestuário e calçados terá crescido 81%, chegando a 102 milhões de toneladas de roupas e acessórios, exercendo uma pressão sem precedentes sobre os recursos do planeta, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Estimativas até 2030



Fonte: BCG (2021)

Os tecidos mais comuns, como o poliéster, levam décadas para se decompor no meio ambiente, enquanto os têxteis geralmente respondem por 7,7% dos resíduos sólidos urbanos em aterros sanitários (MONTEIRO, 2020)

O crescimento econômico do setor têxtil é inevitável e junto com seu progresso segue uma série de problemas que deve ser enfrentada de maneira sustentável, ou seja, deve haver equilíbrio entre o desenvolvimento da economia, a preservação do meio ambiente e o bem estar da sociedade. (MEHLER et al., 2013)

No Quadro 1 é apresentada a cadeia de produção e destinação final da indústria têxtil, enquanto no Quadro 2 são apresentados os principais impactos ambientais na cadeia têxtil e as respectivas características.

Quadro 1 - Cadeia de produção e destinação final da indústria têxtil

ETAPA	DEFINIÇÃO
Preparação e extração da matéria prima	Essa etapa engloba os procedimentos realizados pelos produtores para que a matéria seja obtida e utilizada a fim de ser transformada no produto final. Entretanto, pode trazer danos em função do uso de agrotóxicos, contaminação do ambiente-solo, água ou ar, alta demanda por recursos hídricos e energéticos, criação de animais em condições precárias e/ou desmatamento e destruição de habitats;
Processo produtivo	Aqui a matéria prima ganha a forma do produto final. São utilizados recursos hídricos e energéticos - e também desperdiçados. No processo produtivo do algodão, por exemplo, é levado em conta o combustível das máquinas agrícolas que realizam a colheita, a energia das máquinas de fiação e dos processos de tingimento, lavagem, secagem e ferro de passar;
Transporte	Envolve o seu deslocamento e está relacionado principalmente com a poluição do ar a depender do modal de transporte utilizado;
Comercialização	Abarca as ações realizadas pelas lojas para que o produto possa ser comercializado em bom estado e neste momento, muitas das peças são descartadas antes de chegar no mostruário;

Uso e pós compra	Onde a lavagem, secagem e zelo pela vestimenta se acontecerem descuidadamente podem acarretar em impactos ambientais complexos, a exemplo da liberação de micro plásticos em função da lavagem de roupas sintéticas;
Descarte	Quando o produto não é mais utilizado e se dispõe em lixão ou aterro sanitário mesmo que a sua vida útil não tenha se esgotado. No contexto brasileiro, a geração dos resíduos têxteis representa 175.000 toneladas/ano, onde somente 36.000 toneladas são reaproveitadas, devido ao curto comprimento das mesmas, para fazer barbantes, novas peças de roupas e fios, e também para a fabricação de estopas, colchões e mobiliários.

Fonte: Adaptado de PETESA (2019)

Quadro 2 - Principais impactos ambientais na cadeia têxtil e suas características

Principais impactos ambientais	Características
Geração de efluente e cor	A composição de efluentes têxteis varia de acordo com cada processo produtivo, dificultando a consolidação de dados. Os setores produtivos de tinturaria, estamparia, e engomagem são os principais geradores de efluentes, com concentração de cargas orgânicas por matéria-prima ou produto. A indústria têxtil utiliza diversos tipos de corantes

	<p>auxiliares químicos que, ao serem processados, geram um efluente líquido com características específicas, necessitando tratamento específico para atender à legislação ambiental.</p>
Odor do óleo de enzimagem	<p>Enzimagem é um óleo colocado sobre o fio que é utilizado com a finalidade de lubrificar os fios de fibra têxteis, sejam artificiais ou sintéticos, visando impedir o acúmulo de cargas estáticas nas fibras (quebras). O óleo facilita o deslizamento dos fios nas guias e maquinários e aumenta a coesão das fibras. A questão relativa a estes produtos, no entanto, é que, durante o processo, ocorre a volatilização deste óleo e os vapores a serem descartados na atmosfera causam forte odor, podendo ser de grande incômodo à população do entorno.</p>
Geração de resíduos	<p>Ao longo da cadeia têxtil, existem diversas operações que geram resíduos, desde descaroçamento do algodão até restos de pó e tecidos na confecção. Em especial, merecem destaque os resíduos perigosos oriundos de embalagem ou mesmo do uso de produtos químicos, como, por exemplo, a perda da pasta na estamperia, a geração de lodos biológicos de tratamento, entre outros</p>
Ruído e vibração	<p>Diversos equipamentos utilizados nas sucessivas etapas da cadeia têxtil podem ser fonte potencial de emissões</p>

de ruído e de vibração, que, se não controladas, podem causar incômodo à vizinhança das indústrias.

Fonte: Adaptado de Mehler (2013)

O setor gera grandes quantidades de efluentes, que se despejados de maneira inadequada, acabam comprometendo o ecossistema aquático. (FACCIOLLI et al., 2020)

Faccioliet al. (2020) comenta que os efluentes têxteis advindos das etapas de tingimento quando não tratados de forma correta e lançados em águas naturais causam danos ao ecossistema, como a diminuição da transparência da água e penetração da radiação solar, dificultando a realização de fotossíntese por cianobactérias, algas e plantas, que são a base das teias alimentares, bem como a disponibilidade de oxigênio para os organismos.

A Figura 3 demonstra um exemplo de efluente gerado na indústria têxtil.

Figura 3 - Efluente gerado na indústria têxtil



Fonte: FOXWATER (2022)

O maior consumo ocorre principalmente nas etapas de tinturaria e acabamento, gerando em torno de 50 a 100 L de efluente por quilo de tecido produzido. Do ponto de vista ambiental a etapa de tingimento é a mais preocupante devido à variedade e complexidade dos produtos químicos empregados no processo. Entre todos os compostos químicos utilizados os corantes têm atraído mais atenção,

devido ao alto potencial de poluição que eles apresentam (ARSLAN-ALATON; GURSOY; SCHMIDT, 2008)

Existem diferentes tipos de corantes têxteis diferentes, que podem ser classificados de acordo com sua estrutura química ou pelo método de fixação nas fibras dos tecidos. Almeida, Dilarri, Corso (2016) cita alguns dos tipos mais utilizados, apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Características de corantes têxteis utilizados

Tipo de corante	Características
Corantes ácidos	São corantes solúveis, possuem pelo menos um grupo sulfônico ($-SO_3^-$) em sua estrutura química, e apresentam uma forte afinidade com a fibra celulósica do tecido.
Corantes azóicos	São corantes insolúveis em água, neste caso a fibra tem que ser impregnada com um agente de acoplagem para que o corante se fixe nela. Eles possuem no mínimo um grupo azo em sua constituição ($-N=N-$).
Corantes branqueadores	Apresentam grupos carboxílicos azometino ($-N=CH-$) ou etilênicos ($-CH=CH-$) ligados à anéis aromáticos em suas estruturas químicas.
Corantes a cuba	São insolúveis em água, são aplicados com ditionito em solução alcalina para se fixar à fibra de tecido. Apresentam mais de um anel aromático em sua estrutura química.
Corantes diretos	São corantes solúveis em água que possuem mais de uma cadeia química azo, interagindo com a fibra de tecido por forças de van der Waals.

Corantes dispersivos	São insolúveis em água, e aplicados através de suspensão. Não apresentam grupos azos em suas cadeias químicas
Corantes de enxofre	São insolúveis em água e apresentam em sua estrutura química polissulfetos (-Sn-).
Corantes pré metalizados	Apresentam íons metálicos ligados em suas estruturas químicas.
Corantes reativos	Possuem grupos químicos eletrofílicos reativos, que formam ligações covalentes com os principais sítios de ligação da fibra do tecido. Contêm a função antraquinona e azo como grupos cromóforos

Fonte: Adaptado de Almeida; Dilarri; Corso (2016)

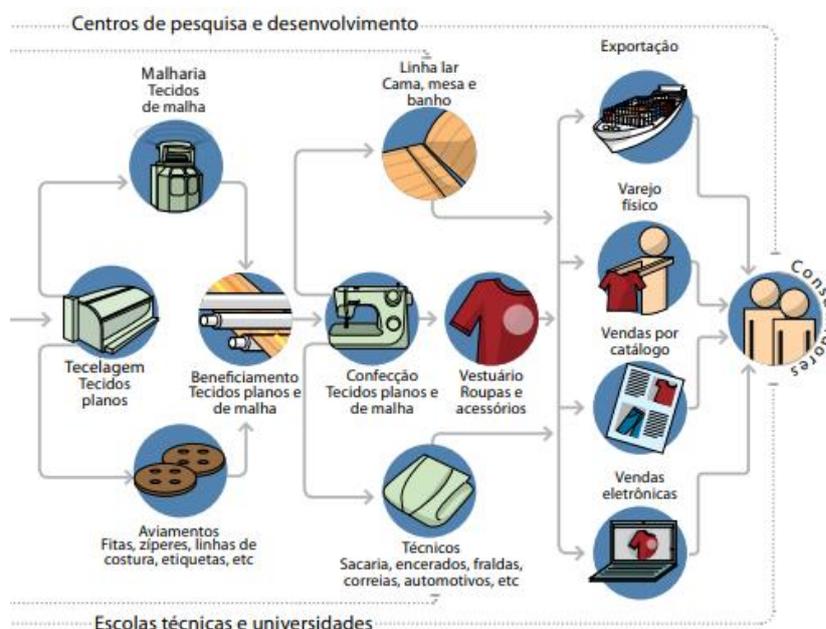
Corroborando, Almeida, Dilarri, Corso (2016) acrescentam que devido a sua estrutura química conter anéis aromáticos, grupos amins e azos, grupos sulfônicos, e íons metálicos em sua constituição, os corantes acabam sendo moléculas de difícil degradação, permanecendo no ambiente por um longo período de tempo. Outra problemática dos corantes é que devido a sua estrutura química eles muitas vezes são compostos inibidores de micro-organismo, diminuindo ainda mais as chances de serem degradados naturalmente no ambiente.

Portanto, se faz necessário buscar alternativas para minimizar a poluição que esses efluentes vêm causando ao meio aquático, criando estratégias de gestão empresarial e gestão ambiental de modo que visem a minimizar tal problemática.

3.1.2 Processo produtivo da indústria têxtil

A cadeia produtiva têxtil, cujo início se encontra nos produtores de matérias primas naturais, e artificiais manufaturadas pelo homem, é a força motriz desta indústria. (BERLIN, 2014). A Figura 4 ilustra a estrutura do processo produtivo desde o recebimento até destinação aos consumidores.

Figura 4 - Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção



Fonte: ABIT (2013, p. 12 e 13)

A matéria prima da cadeia produtiva do setor têxtil pode ser reunida em três grupos, conforme comenta Mehler et al. (2013):

- (1) Fibras sintéticas (náilon, poliéster, lycra e polipropeno)
- (2) Fibras artificiais (viscose e acetato)
- (3) Fibras naturais (algodão, seda, rami/linho, lã e juta)

A fiação é a etapa da geração do fio a partir de fibras têxteis e seu processo se define por uma sucessão de atividades que transformam as fibras têxteis, inicialmente desordenadas, e que passam por um processo de torção destinado a ordená-las em um único comprimento o fio. (MEHLER et al., 2013)

Após a produção dos fios, Milnitz e Luna (2017) comentam que os mesmos são distribuídos para a indústria têxtil onde são utilizados como matéria prima para a produção de tecidos, ou encaminhados para a indústria de confecção, onde são utilizados como insumos para manufatura de peças de vestuário.

O produto final do processo de fiação, denominado fio, pode ser encaminhado para duas novas etapas do processo produtivo: o beneficiamento, onde os fios sofrem tratamentos especiais, como tingimento, retorção, entre outros; ou encaminhado diretamente à tecelagem ou malharia, para produção de tecidos planos ou tecidos de malha. O enobrecimento é a etapa de preparação e

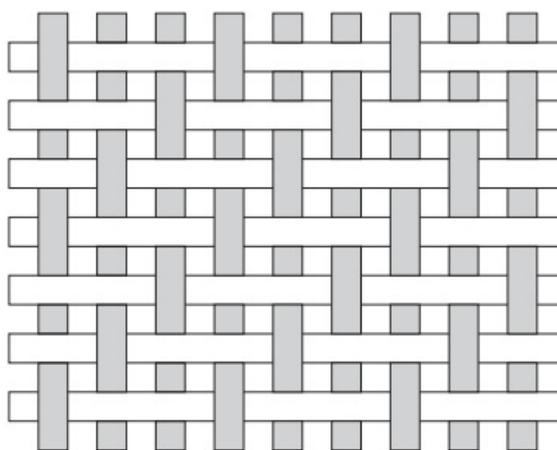
acabamento de tecidos. A confecção realiza o processo de aplicação de tecnologias diversificadas para os produtos têxteis, acrescentando-se acessórios nas peças. (MEHLER et al., 2013)

Segundo Milnitz e Luna (2017), a indústria têxtil transforma o fio em tecido – por meio da tecelagem, malharia ou por um processo de não tecido (o tecido não tecido não precisa de tear para ser elaborado, sua matéria prima é o polipropileno e suas fibras são unidas pelo calor, dispensando a fase específica de “tecer”) e realiza o acabamento final do produto pelo processo de beneficiamento. Em um processo de tecelagem, os fios são entrelaçados longitudinalmente e transversalmente em ângulos retos para formar a trama que dá origem ao tecido plano.

Denomina-se por “tecelagem” a operação em que dois sistemas de fios se cruzam, formando um ângulo de 90° entre si, de forma a produzir um tecido. Cada um destes fios possui uma designação particular, sendo o longitudinal conhecido como teia e o transversal como trama. (COSTA, 2018)

A Figura 5 demonstra a esquematização do fio de teia e de trama.

Figura 5 - Esquematização do fio de teia (transversal) e de trama (longitudinal)



Fonte: Leite (2016)

Para a construção do tecido Costa (2018) relata que podem ser utilizados dois tipos de fio com natureza distinta: cru ou tingido (tinto). Todo o processo tem o seu início na receção do designado fio cru ou tinto.

O beneficiamento, segundo Milnitz e Luna (2017) consiste no conjunto dos processos aos quais os tecidos são submetidos após seu tecimento com a finalidade

de melhorar as características visuais e de toque do material têxtil. Este beneficiamento, basicamente, inclui os processos de preparação (alveijamento, purga e desengomagem), tingimento ou estampagem, acabamento, além de processos especiais. Após a produção dos tecidos, os mesmos ficam à disposição da indústria de confecção.

A confecção realiza o processo de aplicação de tecnologias diversificadas para os produtos têxteis, acrescentando-se acessórios nas peças. (MEHLER et al., 2013)

A última etapa do processo industrial têxtil é o setor de confecção, que oferece diversos produtos desde vestuário (roupa íntima, de dormir, esporte, classes especiais, etc.) até artigos confeccionados (roupa de cama, mesa, banho, entre outros). Segundo CORDEIRO et al., (2019), a produção desse setor é direcionada ao comércio atacadista, varejista, lojas de departamentos, especializadas e outras indústrias e atividades de serviços.

3.2 Gestão empresarial

Luna (2020) cita que atualmente em mercados competitivos e com poder de inovação, os gestores precisam trazer para suas empresas novas formas de direcionar seus esforços e fazer com seus investimentos retornem em desempenho.

Nas palavras de Dikesch e Mozzato (2004), a imposição mercadológica feita pelas diretrizes gerenciais contemporâneas (modelos de gestão sistêmicos) e pela abertura comercial que configura um ambiente nacional mais competitivo, estimula a reorganização dos parâmetros de competitividade ao estabelecer a qualidade no processo (não apenas no produto) como imperativo de continuidade dos empreendimentos de negócios.

Independentemente do tamanho e do setor em que está inserida, uma empresa é o reflexo das decisões do seu gestor. A base de sustentação de um sistema de decisão é a informação, que deve ser bem preparada e difundida para todos os interessados. Um sistema de informação construído por indicadores fidedignos certamente contribui para um gerenciamento eficaz e impulsiona a empresa a ser uma boa competidora, com estrutura para ofertar produtos e/ou serviços, satisfazendo às necessidades do mercado enquanto remunera o capital. (FERNANDES, 2004)

Com o cenário de negócios cada vez mais competitivo, dinâmico e imprevisível, é evidente que buscar estratégias, gerenciar e definir os melhores caminhos é um dos principais desafios para as organizações. A gestão estratégica tem grande importância, como explicita a própria definição da estratégia, pois é a ferramenta por meio da qual a empresa pode avaliar e definir a maneira de se alcançar o sucesso esperado (COLTRE; MARTINS, 2018).

Mehler (2013) colabora afirmando que em uma perspectiva de que a ideia de sustentabilidade é a promoção de capacidades organizacionais que minimizam os impactos ambientais, sociais e econômicos que prejudicam a gestão empresarial.

3.3 Sistema de Gestão Ambiental

Atualmente, as organizações buscam diferentes formas e métodos para demonstrar seu interesse nas questões ambientais, visto que a sociedade e o mercado, gradualmente, cobram atitudes responsáveis quanto à preservação, proteção e utilização dos recursos naturais considerando que o meio ambiente vem sofrendo modificações em decorrência das ações humanas. (FERNANDES; HORIKAWA, 2018)

A gestão ambiental tem como objetivo minimizar os impactos causados pelas indústrias sobre o meio ambiente e estabelecer a busca contínua de melhoria da qualidade ambiental dos serviços, produtos e ambientes de trabalho (FONSECA, 2014) e é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, para a conquista da qualidade ambiental. (FROEHLICH, 2020). Adotando, portanto, Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), em busca da convergência entre desenvolvimento econômico, qualidade ambiental, equidade social e certificação. (COSTA, 2021)

Em seu estudo, Froehlich (2020), cita a importância da sustentabilidade ambiental no contexto empresarial, um tema atual, que se faz cada vez mais presente na rotina dos empreendedores e gestores, que buscam ações para reduzir e evitar os impactos ambientais gerados na fabricação de produtos.

A legislação ambiental é a principal motivação para a redução do impacto ambiental das indústrias. Infelizmente, a maioria das indústrias é reativa e não proativa em relação à minimização de seus impactos ambientais. As

legislações estão sendo continuamente aprimoradas e, portanto, há uma necessidade crescente de atualização das práticas industriais para minimizar os impactos (TOSO, 2021, p.88).

A gestão ambiental torna-se um importante instrumento gerencial e são grandes os desafios que devem ser assumidos pelos gestores que buscam integrar em sua estratégia questões de sustentabilidade.(MEHLER et al., 2013)

Silva; Ferreira(2018) cita alguns benefícios proporcionados pelo SGA nas empresas, dentre eles:

- Garantir aos clientes o comprometimento com uma gestão ambiental;
- Manter boas e relações com o público e com a comunidade;
- Satisfazer os critérios dos investidores e melhorar o acesso ao capital;
- Obter seguro a um custo razoável;
- Fortalecer a imagem e a competitividade no mercado;
- Aprimorar controle de custos;
- Demonstrar atuação cuidadosa;
- Conservar matérias-primas e energia;
- Facilitar a obtenção de licenças e autorizações; através da certeza do
- Cumprimento da legislação competente
- Estimular o desenvolvimento e compartilhar soluções ambientais;
- Melhorar as relações entre indústria e o governo;

3.4 Metodologias de gestão

Para sistematizar melhor os processos, de forma a garantir a eficiência e considerando as estratégias e objetivos de um negócio, HSM (2021) cita a importância das metodologias de gestão, de forma que é fundamental que o gestor conheça essas ferramentas para adotar aquela que mais se encaixa com as premissas de uma empresa.

Desta forma, a seguir estão descritos algumas metodologias de gestão e a maneira que as mesmas podem vir a auxiliar na minimização do impacto ambiental causado pela indústria têxtil.

3.4.1 Ciclo PDCA

A utilização do PDCA auxilia na determinação das causas principais dos problemas que estavam ocorrendo no setor, ajuda na diminuição de custos relacionados às matérias primas e às perdas na produção. A utilização desse método proporciona resultados positivos na empresa, no produto final e nos serviços dos colaboradores. (HENRIQUE; TROMBINE, 2019)

A utilização do ciclo PDCA no ambiente organizacional é um caminho para melhorar os resultados e alavancar o desempenho das empresas. (GOMES FILHO; GASPAROTTO, 2019)

A Figura 6 esquematiza o ciclo PDCA.

Figura 6 - Ciclo PDCA



Fonte: EPRODUÇÃO (2022)

Gomes Filho e Gasparotto (2019) comentam que o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Action*) tem sido usado atualmente pelas empresas na execução e seu planejamento estratégico de forma eficiente e dinâmica. A qualidade dos serviços oferecidos pelas empresas é um diferencial necessário para sua sobrevivência no mercado.

As etapas dessa metodologia, descritas no Quadro 4, geram confiabilidade e apontam falhas no planejamento, que podem ser reavaliadas e corrigidas na realização de uma nova etapa. (SILVA et al., 2018)

Quadro 4 - Etapas do ciclo PDCA

Etapa do ciclo PDCA	Descrição	Autor
P (planejamento)	Após o recebimento das metas, o gestor divide a equipe direcionando cada	(SILVA et al., 2018)

	um para ser responsável por uma delas; o gestor divide a meta em valores diários, semanais e mensais.	
D (execução)	Segunda etapa do ciclo, é o trabalho de explicação da meta e do plano, implantação e implementação, de forma que todos os envolvidos entendam e concordem com o que se está exposto no planejamento. Em seguida, a organização executa o que foi estabelecido na primeira etapa.	(LOPES; ALVES, 2020)
C (verificação)	Monitorar e medir se os processos em conformidade com os objetivos, metas, requisitos legais e outros requisitos e relatar os resultados.	(SILVA; FERREIRA, 2018)
A (ação)	Na quarta etapa, são tomadas ações para melhorar os resultados e atender ou superar as especificações.	(ISNIAH; HARDI PURBA; DEBORA, 2020)

O ciclo PDCA produz diversas ações de abrangência corretiva, temporária e permanente. As ações corretivas e permanentes consistem em eliminar a causa raiz. (ISNIAH; HARDI PURBA; DEBORA, 2020)

Após a execução do ciclo, existem dois cenários prováveis, conforme cita Erplan (2018):

- O ciclo funcionou: Os gargalos foram amenizados com os processos estabelecidos e podemos seguir este fluxo. As práticas devem ser adotadas na cultura da empresa;

- O ciclo não atendeu aos objetivos: É preciso retomar o PDCA a partir da etapa de Planejamento, refazendo os processos e reiniciando as etapas

Outra grande vantagem do ciclo PDCA é o princípio de que as etapas podem sempre ser melhoradas e adaptadas, assim durante o processo de desempenho, o gestor pode implementar outras ferramentas de qualidade como complemento que auxiliam a identificar e melhorar os problemas auxiliando na integração das etapas produtivas, uma vez que incorpora melhorias a cada ciclo. (LOPES; ALVES, 2020)

3.4.2 BSC

A metodologia BSC (*Balanced Scorecard*) foi idealizada por Kaplan e Norton (1996), na qual, através dos mapas estratégicos utilizados, é possível traçar estratégias para o uso adequado de recursos disponíveis com a análise de um conjunto de fatores presentes na organização. (RIBEIRO; COUTINHO; GOMES, 2018).

Hockerts e O'rourke (2001) explanam a flexibilidade do *Balanced Scorecard* com ênfase na sustentabilidade por meio de diversos benefícios:

- Medição e controle dos impactos sociais sejam eles diretos ou indiretos;
- Assimilar o impacto das empresas concorrentes em relação às questões sociais, por meio do seu sistema de transformação como o mercado, a pressão das políticas públicas, as indústrias e as atividades voluntárias;
- Obter uma análise e previsão do ciclo de vida de questões sociais e seus efeitos no mercado empresarial.

O BSC foi uma inovação no cenário das organizações em relação aos demais

métodos de medição de desempenho que apenas consideravam os indicadores financeiros nas análises empresariais. (RIBEIRO; COUTINHO; GOMES, 2018)

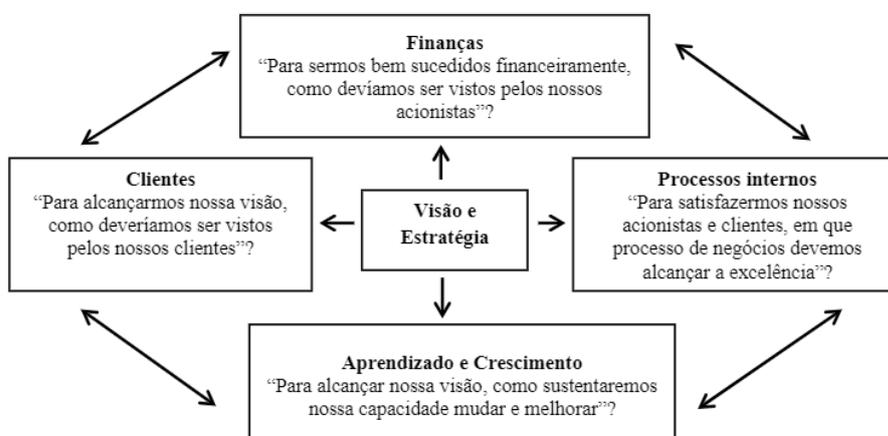
Meira et al., (2020) corroboram afirmando que a gestão da sustentabilidade com o BSC visa abordar questões da contribuição da corporação para a sustentabilidade de uma forma integrativa, apontando a necessidade de melhoria no desempenho da empresa nas três dimensões da sustentabilidade – econômica, ambiental e social. Uma vantagem em particular do BSC aplicado a sustentabilidade é justamente a possibilidade de adicionar na análise fatores que não podem ser monetizados, característica usualmente apresentada por aspectos sociais e ambientais.

Nesse sentido, o objetivo do BSC com base em Kaplan e Norton (1996) é alinhar o planejamento estratégico com as ações operacionais da organização com base nas seguintes ações:

- Esclarecer e traduzir a visão e a estratégia;
- Comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas;
- Planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas;
- Melhorar o Feedback e o aprendizado estratégico.

A Figura 7 mostra um panorama da integração dessas quatro perspectivas.

Figura 7 - Integração das Perspectivas do Balanced Scorecard



Fonte: (KAPLAN; NORTON, p.9 1996)

É oportuno afirmar que o BSC deve ser utilizado como um sistema de informação, comunicação e aprendizagem, não apenas como uma ferramenta de controle e medição de desempenho. (SILVA; CALLADO, 2021)

Sander (2019) sintetiza a implantação do BSC em uma empresa em 03 passos, descritos no Quadro 5.

Quadro 5 - Etapas da aplicação do BSC

Etapa	Descrição
Identificação dos objetivos estratégicos	<p>Quais são os objetivos estratégicos da sua empresa?</p> <p>Normalmente, cada perspectiva terá vários objetivos estratégicos (pelo menos dois ou três) para se concentrar.</p>
Criação de um mapa estratégico	<p>Um mapa estratégico mostra as conexões entre seus objetivos estratégicos, definidos na etapa anterior, organizando a estrutura do BSC.</p> <p>Essa é uma ferramenta útil para comunicação interna e transparência dentro de uma estratégia organizacional. Além disso, reforça a participação de cada membro e departamento nos resultados globais da empresa.</p> <p>Uma maneira fácil de mostrar esses relacionamentos em seu diagrama é com o uso de setas direcionais para mostrar o caminho estratégico e a conexão entre cada objetivo</p>
Definição e divulgação das métricas	<p>Se um dos seus objetos com a implantação do BSC é diminuir o tempo para a produção de um produto, sua métrica deve medir o tempo gasto de produção, definindo um número máximo</p>

permitido e um valor ideal.

Acompanhe e tire a média de toda a sua produção.

A chave aqui é identificar como você vai medir aquele objetivo e acompanhar a meta. Inclua em seu planejamento o número atual e o número desejado.

Fonte: Adaptado de Sander (2019)

3.4.3 GPD

O Gerenciamento pelas Diretrizes (GPD) é uma abordagem que relaciona os níveis estratégico, tático e operacional em uma única tratativa – permitindo a aplicação de Métodos de Análise e Solução de Problemas em todos os níveis do sistema de gestão. (GULLO, 2020).

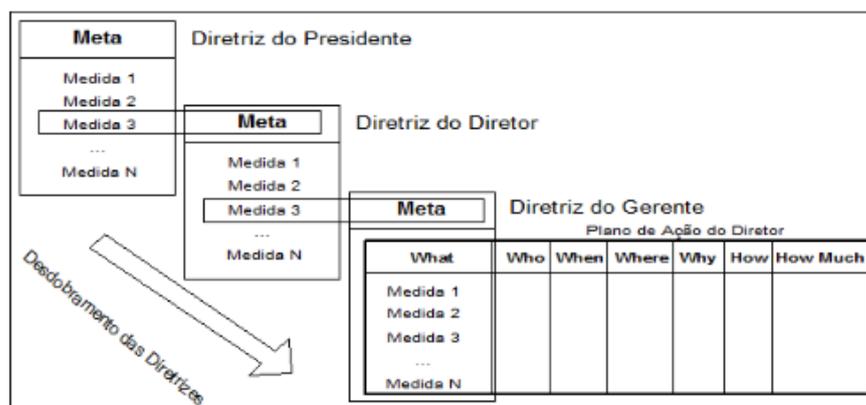
Provalore (2022) acrescenta que é uma metodologia que visa garantir a sobrevivência da empresa à competição através da visão estratégica estabelecida com base na análise do sistema empresa-ambiente e nas crenças e valores da empresa e através do direcionamento da prática do controle da qualidade por todas as pessoas da empresa segundo aquela visão estratégica. Ele é um dos fundamentos da gestão da qualidade total.

Conforme comenta Turrioni e Costa Neto (1995) é um sistema administrativo, praticado por todas as pessoas da organização, que visa garantir a sobrevivência da organização à competição por meio de:

- Estabelecimento da visão estratégica da organização com base na análise do sistema organização-ambiente e nas crenças e valores da organização.
- Direcionamento da prática das atividades de controle da qualidade de todas as pessoas da organização segundo a visão estratégica estabelecida.

Este modelo de estabelecimento e disseminação da visão-estratégica por toda organização pode ser sintetizado esquematicamente na Figura 8

Figura 8 - Disseminação da visão estratégica



Fonte: PROVALORE (2022)

Conforme apresentado, (TURRIONI; COSTA NETO, 1995) relata que o processo se inicia com o estabelecimento, pela alta administração, da visão e dos objetivos fundamentais. A seguir, a média gerência define as metas, as estratégias e os recursos para o atingimento dessas metas. A última etapa do processo consta da montagem das equipes de implementação e da programação das atividades. Estas três etapas apresentam pontos em comum, a destacar: O estabelecimento das metas A definição de medidas de desempenho A revisão da visão estratégica.

Essa metodologia auxilia o aprimoramento da gestão e, assim, faz com que a função desses líderes seja mais bem entendida por toda a organização.

Basicamente, ele vai desdobrando metas e planos de ação para cada nível da empresa com conferência rotineira de fatos e resultados.

Com base nesse funcionamento cíclico e orientado pelos objetivos e planejamento bem estruturado, é possível trilhar um caminho que seja claro para todos os envolvidos. Além disso, é possível colher os benefícios da melhoria contínua, que são intrínsecos ao PDCA.

Conforme Paula (2022), essa metodologia propõe estágios de graduação das empresas de acordo com os níveis de maturidade alcançados com o passar dos anos, onde:

- Empresas faixa branca: são aquelas que estabeleceram um sistema de gestão pelas diretrizes e capacitaram todos os envolvidos a trabalharem de acordo com o sistema;

- Empresas faixa marrom: são empresas que se aprofundaram na capacidade de planejamento do corpo gerencial, melhorando a capacidade de realização das metas;
- Empresas faixa preta: possuem elevada capacidade analítica do corpo gerencial e são capazes de responder rapidamente às necessidades e exigências da sociedade através da harmonia, eficiência e eficácia obtidas por organizações interfuncionais.

Paula (2022) descreve 7 passos para uma empresa que deseja obter a graduação de faixa branca, conforme descritos no Quadro 6:

Quadro 6 - 7 passos da aplicação do GDP

ETAPA	DESCRIÇÃO
Preparação para a GPD	A metodologia sugere que se tenha na empresa um responsável pelo Gerenciamento pelas Diretrizes, ou seja, um executivo que seja o guardião, não apenas do desenvolvimento do processo na empresa, mas principalmente pela sua implantação em todos os níveis da estrutura organizacional.
Estabelecer a primeira meta anual	<p>O Gerenciamento pelas Diretrizes sugere que seja feita uma avaliação da situação atual da empresa. Analisando questões internas da organização e comparando-as com questões externas do mercado e da concorrência. Uma das ferramentas indicadas para esta análise é a SWOT.</p> <p>Feito isso, o responsável pelo GPD, juntamente com a alta administração da empresa, deve definir a meta chamada de meta de sobrevivência.</p> <p>Um exemplo de meta de sobrevivência é</p>

Definir a Diretriz do CEO (ou presidente)

aumentar a produtividade geral da empresa em 10% no ano.

Gerenciamento pelas Diretrizes é um grande esforço para a solução de problemas estruturais da organização. Portanto, utilizando o mesmo exemplo de problema estrutural anterior: aumentar a produtividade geral da empresa em 10% no ano, a primeira diretriz do CEO (ou presidente) seria conduzir, em conjunto com o responsável pelo GPD e as principais lideranças da empresa, o desdobramento desta meta de sobrevivência, levando em consideração a relação causa-efeito.

A grande pergunta para o desdobramento da diretriz é: Quais são as causas para a nossa baixa produtividade? Deve-se analisar a produtividade nas diversas áreas da empresa, analisar a influência da competência das pessoas na produtividade entre outras causas potenciais.

Este movimento de desdobramento da meta de sobrevivência é um movimento anual que vai se aprimorando com o passar do tempo de trabalho deste grupo da alta administração.

Diretrizes e planos de ação do nível hierárquico inferior

O produto do passo 3 é a construção de um documento chamado de Diretriz do CEO (ou presidente) que define as medidas necessárias para o atingimento da meta de sobrevivência.

Levando em consideração o mesmo conceito de causa e efeito, as lideranças do nível hierárquico inferior devem montar os seus grupos de trabalho, identificarem as causas e definirem os respectivos planos de ação para que as medidas definidas pela Diretriz do CEO sejam atingidas.

Por exemplo, se uma das medidas descritas na Diretriz do CEO para o aumento da produtividade é aumentar o volume mensal produzido, caberá ao responsável pela fábrica estabelecer um plano de ações que contemple: o aumento da produtividade em x%, a redução das paradas em Y% e a redução das perdas do processo produtivo em Z%, além de ações de capacitação das equipes, entre outras.

Conduzir a execução das ações

As lideranças são avaliadas primordialmente pelos resultados, porém elas não podem se esquecer que os processos e as pessoas são os meios para a realização dos resultados.

O sucesso na condução das ações dependerá principalmente da

capacidade da liderança em conduzir pessoas em processos de mudança.

Diagnóstico do CEO (ou presidente)

Periodicamente o CEO (ou presidente) deve fazer um diagnóstico com todas as áreas envolvidas na diretriz, com os seguintes objetivos:

- Verificar o nível de atingimento das metas;
- Melhorar a comunicação entre a alta administração e a liderança;
- Perceber as dificuldades práticas enfrentadas pela liderança.

As áreas diagnosticadas devem fazer uma reflexão e preparar os relatórios do diagnóstico contendo:

- A meta;
- O problema que está sendo tratado e um resumo da análise (reflexão);
- O plano de ação proposto;
- Os resultados obtidos até então e um status do plano de ação;
- As causas de um eventual não atingimento da meta;
- Problemas remanescentes e novas ações que estão sendo consideradas.

Padronizar o GPD

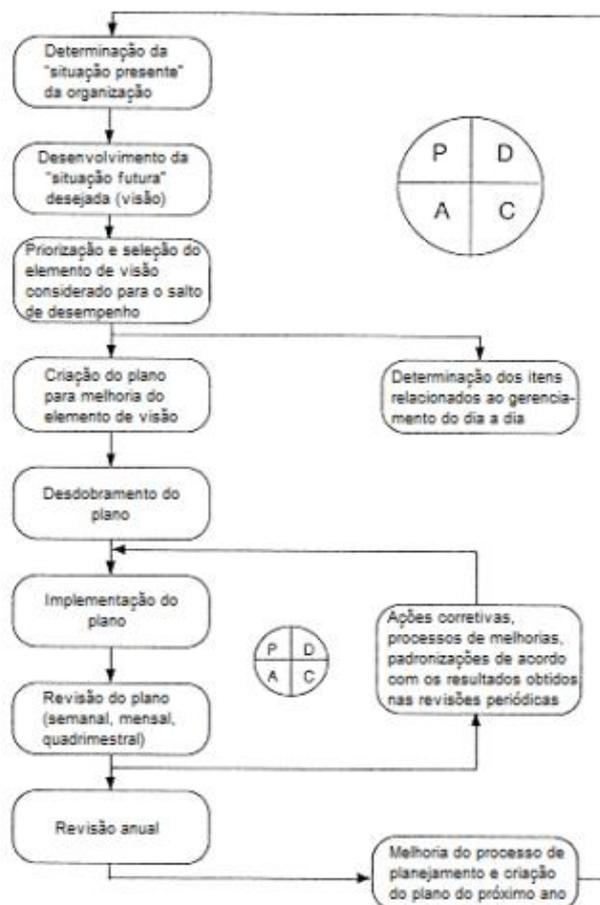
A metodologia deve ser documentada de forma simples e didática para que não seja perdida com o passar do tempo.

Recomenda-se a utilização de fluxogramas utilizando como pilar o PDCA com representação gráfica, que facilite a visão sistêmica e traga a utilização dos formulários e ferramentas de gestão em todo processo.

Fonte: Adaptado de Paula (2022)

Em resumo, as etapas de aplicação do método podem ser observadas na Figura 9.

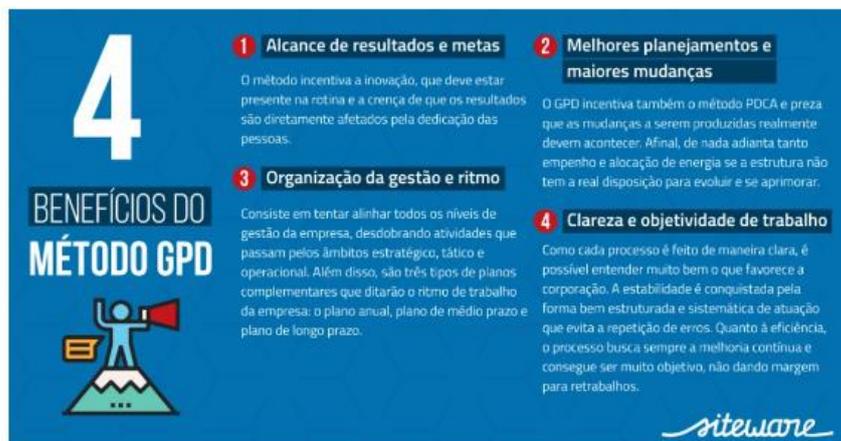
Figura 9 - Etapas de aplicação do método



Fonte: CARDOSO (2020)

A Figura 10 ilustra alguns benefícios do método GPD:

Figura 10 - Benefícios do GPD



Fonte: SITEWARE (2022)

3.4.4 FMEA

A FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis* ou Análise dos Modos e Efeitos de Falha) é uma técnica de fiabilidade que tem como objetivos: (i) reconhecer e avaliar as falhas potenciais que podem surgir num produto ou processo, (ii) identificar ações que possam eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência dessas falhas, e (iii) documentar o estudo, criando um referencial técnico que possa auxiliar nas revisões e nos desenvolvimentos futuros do projeto ou processo. (FIGUEIREDO, 2019)

Ele ainda afirma que os principais conceitos necessários para a análise, são:

- Causa: é o que gera ou pode gerar a falha;
- Efeito: resultado da falha para o processo ou produto;
- Modo: falha ocorrida ou que pode ocorrer.

Além desses, ainda há os índices que são classificados de 1 a 10, sendo 1 o menor e 10 o maior grau. Esses índices são a frequência, a gravidade e a detectabilidade da falha. A partir do valor dado a esses índices tem-se o Índice de Risco ou Número de Prioridades de Risco - NPR, que é o produto dos três (KARDEC; NASCIF, 2017).

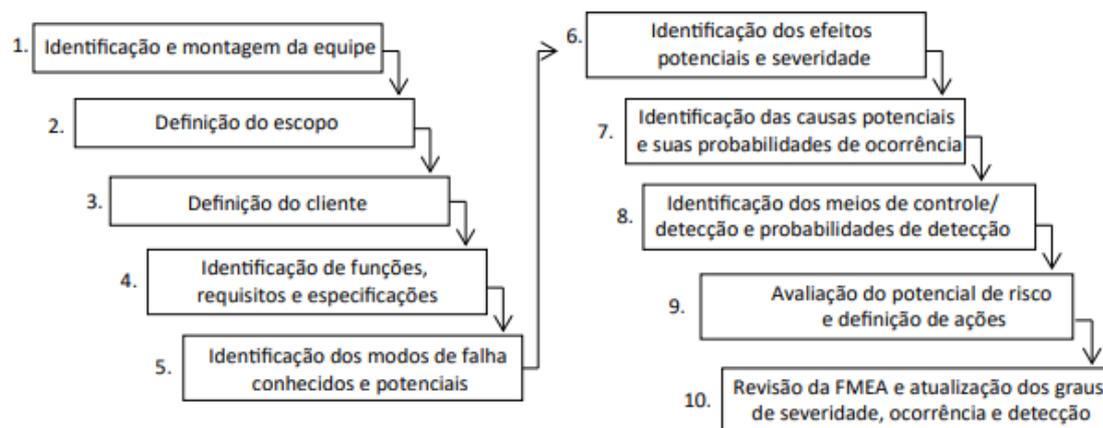
Forlogic (2012) resume que a metodologia consiste em identificar, delimitar e descrever as não conformidades (modo da falha) geradas pelo processo e seus efeitos e causas, para através de ações de prevenção poder diminuí-los ou eliminá-los. A metodologia pode ser aplicada em dois grandes grupos, o que pode ser

favorável ao desempenho desta ferramenta em uma determinada organização, por levar em consideração características particulares e exclusivas de um determinado projeto.

- FMEA de produto: relacionado às falhas que poderão ocorrer no produto, dentro das especificações do projeto.
- FMEA de processo: relacionado às falhas que poderão ocorrer no planejamento do processo, levando-se em consideração as não conformidades apresentadas no produto, relacionadas as especificações do projeto.

Na Figura 11 são descritas as etapas pelo *Project Management Institute* (PMI), que é a associação líder mundial sem fins lucrativos que associa profissionais de gestão de projetos. para todos aqueles que consideram a gestão de projetos, programas e portfolios a sua profissão.

Figura 11 - Etapas do método FMEA



Fonte: (PARANHOS et al., 2017)

Silveira (2012) define alguns termos que são utilizados em um documento FMEA. São eles:

- Falha: Perda de função quando ela é necessária.
- Modo de Falha: Como você observa o dano causado.
- Efeito da falha: Resultado ou consequência da falha.
- Ocorrência de falha: Quantas vezes isto acontece.

- Severidade de falha: O quão grave é a falha quando ela ocorre?
- Detecção de falha: Posso encontrar a falha antes dela ocorrer?
- RPN: *Risk priority number* – É o risco calculado que fica associado ao modo de falha

Caixeiro (2011) exemplifica na Tabela 1 um modelo de planilha FMEA.

Tabela 1 – Modelo de planilha FMEA

Etapa do Processo	Modo de Falha	Efeito Potencial	Gravidade	Frequência	Detectabilidade	RPN	Possíveis Causas (RCA)	Recomendações para Redesenho	Medida-chave para Monitoramento

Fonte: (CAIXEIRO, 2011)

Segundo Caixeiro (2011), a gravidade é estimada levando em conta o julgamento do profissional e relatos de experiências anteriores. A probabilidade de ocorrência ou frequência é a probabilidade de uma coisa acontecer ou, matematicamente, a extensão em que é provável acontecer um evento, medido pelo rateio de casos favoráveis pelo número total de casos possíveis.

É possível estimar o número para a severidade ou gravidade da falha e seu respectivo efeito, exemplificado na Figura 12.

Figura 12 - Classificação quanto à severidade/gravidade

Classif.	Critério
1	Efeito não detectável no sistema
2	Baixa severidade causando aborrecimento leve no cliente
3	
4	Severidade moderada: cliente hora insatisfeito com perda de desempenho perceptível
5	
6	
7	Severidade alta com alta insatisfação do cliente
8	
9	Severidade muito alta: risco potencial de segurança e problemas graves de não-conformidades
10	

Fonte: Silveira (2012).

A probabilidade de ocorrência leva em conta a probabilidade de ocorrência do modo de falha e de seu efeito e é estimada para cada efeito de um determinado modo de falha. A informação para estimar a probabilidade de ocorrência advém mais comumente de bancos de dados administrativos ou, quando não disponível desse modo, é feita através do julgamento profissional. (CAIXEIRO, 2011)

Silveira (2012) exemplifica na Figura 13 parâmetros para identificar a classificação quanto a frequência/ocorrência da falha.

Figura 13 - Classificação quanto à frequência/probabilidade

Classif.	Critério
1	Chance Remota de Falha
2	Frequência muito baixa: 1 vez a cada 5 anos
3	Pouco Frequente: 1 vez a cada 2 anos
4	Frequência baixa: 1 vez por ano
5	Frequência ocasional: 1 vez por semestre
6	Frequência moderada: 1 vez por mês
7	Frequente: 1 vez por semana
8	Frequência elevada: algumas vezes por semana
9	Frequência muito elevada: 1 vez ao dia
10	Frequência máxima: várias vezes ao dia

Fonte: Silveira (2012).

A detectabilidade é o grau em que alguma coisa, no caso o modo de falha, pode ser percebida. Na Figura 14 é apresentada a classificação quando a detectabilidade.

Figura 14 - Classificação quanto à detecção

Classif.	Critério
1	Detecção quase certa do modo de falha
2	Probabilidade muito alta de detecção do modo de falha
3	Alta probabilidade de detecção do modo de falha
4	Moderadamente alta probabilidade de detecção do modo de falha
5	Moderada probabilidade de detecção do modo de falha
6	Baixa probabilidade de detecção do modo de falha
7	Probabilidade muito baixa de detecção do modo de falha
8	Probabilidade remota de detecção do modo de falha
9	Probabilidade muito remota de detecção do modo de falha
10	Não é possível detectar o modo de falha

Fonte: Silveira (2012).

Estimados os fatores de risco acima descritos é feita a quantificação do risco. Não existe um único modo de fazê-la. As abordagens mais comuns vão desde quantificar o risco qualitativamente, pedindo que a equipe assinale “alta”, “média” ou “baixa” prioridade para cada modo de falha, até cálculos que envolvam a gravidade, a probabilidade e a detectabilidade. (CAIXEIRO, 2011)

Complementando, Caixeiro (2011) comenta que o método mais comum de quantificação de risco é o cálculo do Número de Prioridade de Risco – RPN (do inglês *Risk Priority Number*) ou Índice de Criticidade – CI (do inglês *Criticality Index*) baseado na gravidade, probabilidade e detectabilidade. O RPN é igual à gravidade X ocorrência X detectabilidade.

Quanto maior for o valor do RPN, maior é a prioridade daquele item no plano de ações preventivas. TELES (2022)

Na Figura 15 são recomendadas algumas ações conforme o valor obtido de RPN.

Figura 15 - Ações recomendadas conforme o valor da RPN

Valor de RPN	Prioridade	Ações recomendadas
Acima de 300	1	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião Semanal de status com o Patrocinador e responsáveis pela mitigação dos riscos; - Status report semanal enviado a todos os participantes; - Definição de indicador de acompanhamento semanal dos riscos.
Entre 100 e 300	2	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião Quinzenal de status com o Patrocinador e responsáveis pela mitigação dos riscos; - Status report quinzenal enviado a todos os participantes; - Definição de indicador de acompanhamento quinzenal dos riscos.
Até 100	3	<ul style="list-style-type: none"> - Reunião Mensal de status com o Patrocinador e responsáveis pela mitigação dos riscos; - Status report Mensal enviado a todos os participantes; - Definição de indicador de acompanhamento quinzenal dos riscos.

Fonte: (FIGUEIREDO, 2014)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este capítulo consiste na descrição dos materiais e metodologias que foram empregadas no desenvolvimento do trabalho.

O presente trabalho consiste numa pesquisa bibliográfica e para tanto foi realizado levantamento bibliográfico dos trabalhos desenvolvidos na área, principalmente na última década, e de temas afins, para maior embasamento das questões aqui apresentadas.

Durante o levantamento bibliográfico, foram selecionados artigos científicos retirados de publicações em congressos e revistas científicas disponibilizados na internet.

Para pesquisar os trabalhos que foram usados na fundamentação deste, as palavras-chaves utilizadas foram: impacto ambiental, avaliação de impacto ambiental, métodos e metodologia de gestão, indústria têxtil.

O tema que norteou a pesquisa pelos artigos nessa revisão foi: De que maneira aplicar ferramentas de gestão no setor ambiental da indústria têxtil?

A análise das informações foi realizada por meio de leitura exploratória do material encontrado, em uma abordagem qualitativa.

De maneira a sintetizar as metodologias de pesquisa em um único ponto do setor ambiental da indústria têxtil, o critério para seleção foi referente ao maior impacto ambiental gerado.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos no presente trabalho conforme metodologia descrita.

Conforme exposto, a indústria têxtil caracteriza-se pelo elevado consumo de água utilizada nos processos de tingimento e lavagem do tecido. Visto que após o processo de tingimento e finalizado o tempo de fixação do corante a peça, o tecido é lavado com água fria, água quente e depois é ensaboado sendo enxaguado rigorosamente posteriormente.

Analisando as etapas do processo produtivo da indústria têxtil, de uma forma geral, pode-se dizer que a geração de efluentes é a problemática de maior impacto ambiental da cadeia produtiva. Desta maneira, os aspectos a serem discutidos nesse capítulo consistem em exemplificar a aplicação das metodologias de gestão descritas na revisão bibliográfica, com o intuito de aliar as ferramentas de gestão com a prática da sustentabilidade no setor industrial, com o enfoque no tratamento de efluente do ciclo produtivo.

Os efluentes advindos destes processos, principalmente dos primeiros banhos pós-lavagem, possuem elevada concentração de poluentes, corantes e produtos auxiliares, os quais devem, obrigatoriamente, serem enviados ao sistema de tratamento para purificação.

Os efluentes por sua vez, podem ser tratados por processos físicos, químicos e biológicos. Antes de tratar um efluente, é necessária sua caracterização, para identificação das cargas poluidoras. Uma das características mais marcantes do efluente têxtil é a cor, devido à presença de corantes que não se fixam as fibras durante o processo de tingimento. Devido à sua própria natureza, os corantes são altamente detectáveis a olho nu, sendo visível em alguns casos mesmo em baixas concentrações.

Em geral, na indústria têxtil os processos de tratamento estão fundamentados na operação de sistemas físico-químicos de precipitação-coagulação, seguidos de tratamento biológico via sistema de lodos ativados. (KUNZ et al., 2002)

O tratamento mais comum utilizado na remoção de corantes dos efluentes industriais é a adsorção. Este processo encontra grande aplicação industrial, pois associa baixo custo a elevadas taxas de remoção. (MACEDO; LIMA; SILVA FILHO, 2019)

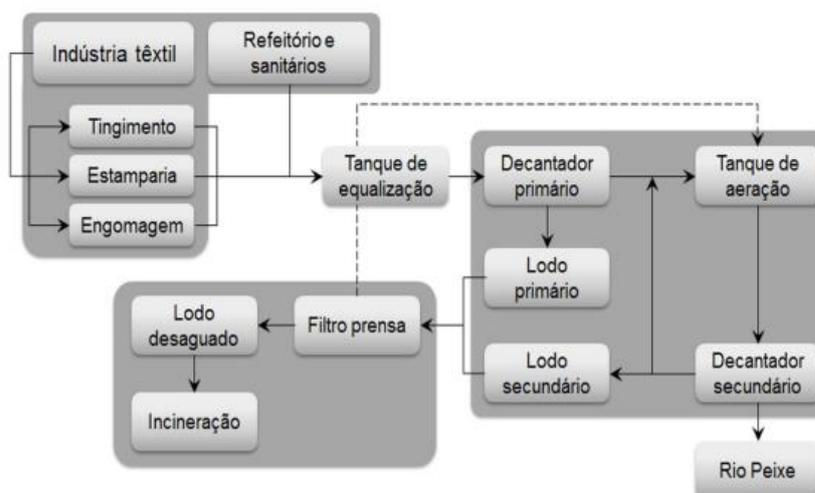
Em caso de sistemas destinados a produzir efluente para fins de reuso, Barros (2020) comenta sobre a existência de processos a nível terciário como MF (Microfiltração), UF (Ultra filtração) ou OR (Osmose Reversa) que podem ser empregados.

Os processos biológicos consistem na agitação dos efluentes na presença de microrganismos e ar, durante o tempo necessário para degradação do resíduo, utilizados para descoloração e degradação de efluentes têxteis, de forma aeróbia e anaeróbia, porém, produz grandes quantidades de lodo e alguns corantes sintéticos apresentam alta resistência a esse tipo de tratamento, diminuindo sua eficiência. (MACEDO; LIMA; SILVA FILHO, 2019)

O processo biológico mais empregado é de lodos ativados, processo esse caracterizado pela presença de um reator biológico aerado de crescimento suspenso, seguido de um decantador secundário para separação da biomassa produzida. Parte dessa biomassa é retornada ao tanque de aeração por ainda ter a capacidade de degradação (daí o nome lodos ativados).

Na Figura 16 é exemplificado um dos tratamentos mais usuais para efluentes da indústria têxtil, e as metodologias de gestão para eficiência do processo serão baseadas no tratamento exposto.

Figura 16 - Geração e tratamento de efluentes da indústria têxtil



Fonte: (QUEIROZ et al., 2019)

Ressaltam-se ainda adsorventes oriundos de resíduos da própria indústria, como o lodo, para o processo de adsorção. Quanto à origem, Chaves et al. (2006)

comenta que os lodos são provenientes das instalações de tratamento de águas residuais, cuja composição torna inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água. Esses lodos são gerados após o tratamento de águas residuais, que acabam por produzir um rejeito insolúvel. Esse tratamento tem como finalidade tornar a água o mais limpa possível para seu retorno ao meio ambiente. O lodo gerado no processo de tratamento de esgoto pode apresentar, além de nutrientes e matéria orgânica, uma série de elementos tóxicos, principalmente metais pesados.

A disposição final desse, assim como a de outros resíduos é orientada pela legislação ambiental vigente, sendo cada tipo tratado e /ou disposto conforme suas especificações. Por esse motivo o lodo gera um custo para a empresa destina-lo de forma correta, fator que pode tornar possível a utilização do resíduo como adsorvente.

Baseando-se no tratamento da Figura 15, pode-se observar que as etapas de tingimento, estamparia, engomagem, sanitários e refeitórios geravam efluentes que geralmente são transferidos para um tanque de equalização. Já Na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), as águas residuárias são submetidas a uma primeira etapa à degradação biológica, utilizando-se a técnica de lodos ativados com fornecimento de oxigênio atmosférico

No que diz respeito ao tratamento biológico, a remoção da matéria orgânica é realizada por bactérias, sendo então produzidos gás carbônico, água e flocos biológicos que crescem no tanque de aeração, formando a biomassa a ser sedimentada no decantador.

Em seguida, ocorria a decantação primária e secundária, ocorro a adição de químicos na segunda fase, viabilizando a formação elementos que acabam favorecendo o fenômeno da coagulação/ floculação. Nessa etapa, se necessário é adicionado algum químico com o objetivo de promover a correção do pH da solução.

O lodo decantado secundário é retornado, geralmente por bombeamento ao tanque de aeração, para aumentar a eficiência do sistema.

Além disso, o tratamento do lodo gerado, passa pelo processo de incineração após o deságue por filtro prensa. Finalmente, o efluente tratado é lançado no rio.

Diante disso, a seguir serão descritas exemplos de como cada metodologia de gestão pode ser aplicada na parte ambiental da indústria têxtil, com foco no tratamento dos efluentes.

5.1 Aplicação do PDCA no tratamento de efluentes

Na etapa do Planejamento (*Plan*), são traçadas as metas. Nessa etapa o gestor divide a meta em valores diários, semanais e mensais.

A seguir, são exemplificados exemplos de metas:

- Efluente após tratamento atender a 100% dos padrões estabelecidos na legislação;
- Todos os equipamentos do processo estarem em pleno funcionamento;
- Redução do consumo de químicos;
- Redução do consumo de energia;

Para melhor entendimento, essas metas devem ser mostradas em gráficos baseados nos resultados anteriores: como por exemplo, as análises químicas do efluente serem exibidas em gráficos nos períodos diários, semanais e mensais, assim como as demais metas.

Na etapa da execução (*Do*) as metas definidas devem ser repassadas a todos os colaboradores envolvidos, esses geralmente os operadores de campo das estações de tratamento de efluentes e posteriormente são executadas.

Após repassar as tarefas aos colaboradores, é o momento de executar-lás, no caso do tratamento de efluentes é colocar o processo em andamento.

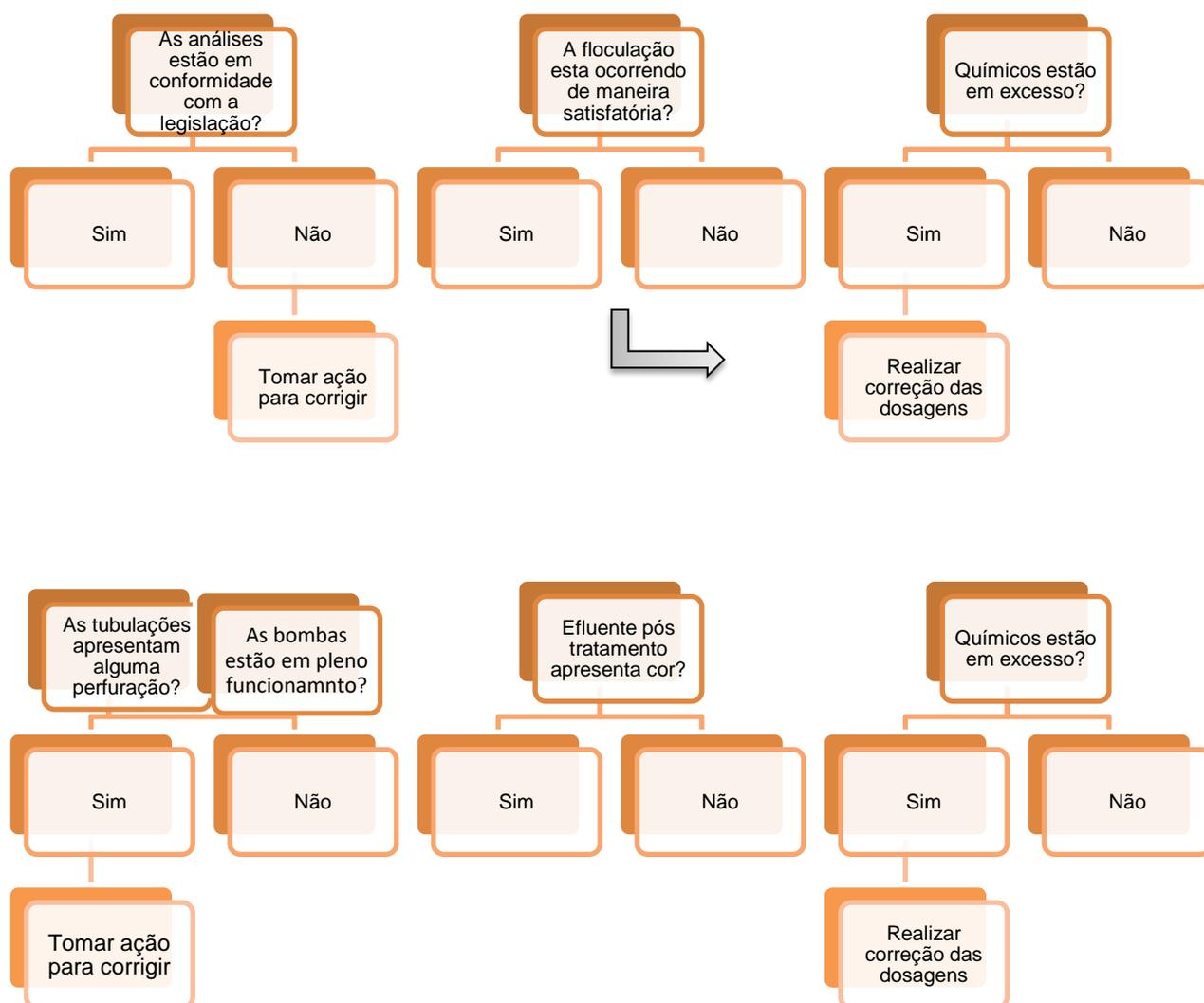
A terceira etapa (*check*) consiste em monitorar e medir se os processos em conformidade com os objetivos, metas, requisitos legais e outros requisitos e relatar os resultados.

Nessa etapa pode ser feito um *check list* de modo a atender a execução das metas propostas:

- As análises estão em conformidade com a legislação? (turbidez, pH, cor, etc)
- Realizar conferência da dosagem de químicos
- A floaculação está ocorrendo de maneira satisfatória?
- O efluente após tratado apresenta alguma coloração?
- As tubulações apresentam alguma perfuração?
- As bombas estão em pleno funcionamento?
- O filtro prensa está funcionando? Existe acúmulo de lodo na entrada do processo?
- Existe algum vazamento no encaminhamento dos produtos químicos?
- Algum equipamento está ligado sem necessidade?

Na quarta e última etapa (*action*), onde são tomadas ações para melhorar os resultados e atender ou superar as especificações, os fluxogramas da Figura 17 exemplifica algumas ações nessa etapa:

Figura 17 - Fluxograma etapa AÇÃO



Fonte: Autora (2022)

Conforme descrito na Figura 17, as ações ocorrem em conjunto. O excesso ou falta da dosagens de químicos pode prejudicar o resultado final do efluente tratado, e assim sucessivamente.

O próprio nome já diz, a metodologia PDCA é um ciclo, se após a última etapa houverem avarias, novas metas devem ser traçadas e assim por diante.

5.2 Aplicação do BSC no tratamento de efluentes

A análise BSC se dá a partir da construção de um mapa estratégico. Nessa metodologia temos as 4 perspectivas, incluindo a financeira. Repare que as setas seguem de baixo para cima. Isso significa que alcançar os objetivos da perspectiva financeira depende também das estratégias direcionadas às outras perspectivas. É nesse mapa que ficarão esquematizados os objetivos, as estratégias e os indicadores de desempenho de cada uma das quatro perspectivas.

Assim, por meio de uma visualização mais gráfica, amplia-se a capacidade dos gestores de acompanhar os resultados das ações e propor as melhorias necessárias.

O mapa estratégico proposto é exposto na Figura 18.

Figura 18 - Mapa estratégico BSC



Fonte: Autora (2022)

Aqui temos as 4 perspectivas, incluindo a financeira. Repare que as setas seguem de baixo para cima. Isso significa que alcançar os objetivos da perspectiva financeira depende também das estratégias direcionadas às outras perspectivas. Por exemplo, para “Aumentar rentabilidade” é necessário “atrair e fidelizar parceiros”, “garantir a qualidade e disponibilidade dos produtos” e “fortalecer a marca na região”.

5.3 Aplicação do GPD no tratamento de efluentes

O Gerenciamento pelas diretrizes constitui uma forma de atingir os objetivos gerais e a longo prazo da organização. Ele é focado em melhorias contínuas dos processos e na qualidade dos mesmos pelo desenvolvimento das diretrizes.

A maior desvantagem do método é em relação a pressão sofrida pelos colaboradores da organização, pois com os indicadores e metas expostos a pressão se torna parte da vida do colaborador, fazendo com que o Gerenciamento pelas Diretrizes tenha um efeito contrário, diminuindo a produtividade.

A metodologia GPD utiliza o método PDCA na identificação das medidas necessárias para a mudança ou melhoria. A premissa, aqui, é que toda organização tem suas diretrizes e o PDCA é a forma mais prática de se operacionalizá-las.

A partir do planejamento estratégico, das diretrizes da matriz, das tendências de mercado, dos aspectos da sociedade, dos concorrentes e de outros parâmetros, foram definidos e desdobrados em indicadores os objetivos e metas, e isso é particular de cada empresa, do tipo de cliente e demais particularidades.

Tendo em vista que já foi feito o PDCA, agora o foco é definir as metas e objetivos da empresa no tratamento de efluentes, o que já está explicitado no BSC feito.

5.4 Aplicação do FMEA no tratamento de efluentes

Em um primeiro momento definimos em qual grande grupo vai ser aplicada a metodologia, no caso específico do tratamento de efluentes será um FMEA de processo, pois está relacionado às falhas que poderão ocorrer no planejamento do processo, levando-se em consideração as não conformidades apresentadas no produto, relacionadas as especificações do projeto.

Após, é feita a montagem e definição da equipe, a montagem do escopo e a identificação do cliente, que nesse caso é: o meio ambiente e também os clientes do produto final da indústria têxtil, e então é realizada a montagem do FMEA conforme descrito no Quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Análise de modo e efeito de falha

ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA									
N° FMEA: 001					Data de início: xx/xx/xxxx				
Área: Estação de tratamento de efluentes					Responsável:				
Etapa do processo	Nome do componente	Modo de falha	Efeito potencial da falha	Gravidade	Frequência	Detectabilidade	RPN	Possíveis causas	Ação corretiva recomendada
Bombeamento do efluente bruto para início do tratamento	Bomba XXX-000	Vibração excessiva	Perda de fluxo	3	6	5	90	Excesso de sólidos no efluente	Realizar manutenção na bomba
	Bomba ZZZ-000	Falha de feedback	Extravasamento de efluente na entrada do tratamento	10	4	2	80	Falha elétrica/mecânica	Realizar manutenção na bomba
			Ausência de efluente para tratamento	10	4	2	80	Falha elétrica/mecânica	Realizar manutenção na bomba
Dosagem de químicos para o tratamento de efluente	Bomba dosadora YYY-000	Pane elétrica	Falha na dosagem	10	6	8	480	Queda no sistema de energia; Curto circuito na bomba	Realizar manutenção na bomba ou substituição da mesma
	Tubulação de encaminhamento do reservatório de químicos para o clarificador	Tubulação com ruptura	Falha na dosagem e perda de produto químico	10	5	3	150	Ressecamento da tubulação; Corrosão por ácido	Realizar troca do sistema de tubulação
Descarte de lodo	Válvula AAA-000	Válvula de descarte de lodo obstruída	Falha no descarte de lodo e contaminação do efluente	6	6	6	216	Tempo muito longo entre a drenagem do clarificador	Realizar desobstrução da válvula

Fonte: Autora (2022)

Após realização de todos os modos possíveis de falha é a hora de revisá-los com a equipe.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou abranger a importância da aplicação das ferramentas de gestão nos processos operacionais das indústrias, com foco no setor ambiental.

O aumento da complexidade e dificuldade para o tratamento de efluentes têxteis tem levado a busca constante de novas metodologias para tratamento destes rejeitos.

Existe uma variedade de métodos físicos, químicos e biológicos e a escolha do melhor, ou melhores, métodos devem ser feitos levando-se em conta os objetivos a serem alcançados com o tratamento.

Aliado a isso, uma visão moderna com relação a efluentes de indústrias deve estar baseada não somente no tratamento deste, mas também na busca constante da minimização do uso de recursos e na qualidade obtida, ou seja, o pensamento deve se voltar para todas as etapas do processo e não somente como resolver o problema após sua geração.

A geração e destinação dos efluentes têxteis é uma problemática que merece atenção. Dessa maneira, buscar aliar sustentabilidade e gerenciamento se torna uma boa estratégia.

De acordo com os métodos pesquisados na literatura e abordados neste trabalho, constatou-se que os métodos possuem relação entre si, e todos eles podem ser utilizados em conjunto.

Na Figura 19 podemos observar a relação direta entre os métodos BSC, GPD e ciclo PDCA.



Fonte: PROVALORE (2022)

Vale uma pequena reflexão a esse respeito, pois no passado essas três metodologias eram excludentes. Nos dias de hoje, elas podem conviver harmoniosamente considerando algumas interfaces, como ilustrado na Figura 20.

Figura 20 - Interfaces entre as três metodologias

Interfaces					
BSC	GDP	GDP	PDCA	PDCA	BSC
BSC quando usado em conjunto com GDP define Objetivos e Indicadores Estratégicos, o GDP irá desdobrá-los até a menor unidade possível mantendo a meta global da organização.		GDP desdobra as metas para a menor unidade possível na organização e PDCA é utilizado fazer ações que garantam que os indicadores desdobrados atinjam o resultado esperado		Os resultados atingidos com a utilização do PDCA serão entrada para as revisões de Planejamento Estratégico utilizando o BSC e seus futuros desdobramentos.	

Fonte: PROVALORE (2022)

Além disso, o método de Análise dos Modos e Efeitos de Falha é uma grande ferramenta que aliada ao atingimento das metas apresenta grande eficácia. Essa metodologia irá atuar de forma corretiva e preventiva, o que gera a melhoria continua o que é o objetivo de todas as metodologias descritas anteriormente.

Aliar a gestão empresarial no setor ambiental é uma necessidade e uma estratégia para obter sucesso financeiro, sustentável e empresarial.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil**. Disponível em: <https://www.abit.org.br/home>. Acesso em 05 jan. 2022

ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil. **Cartilha Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira: Cenários, Desafios, Perspectivas e Demandas**. Brasília, 2013.

ALMEIDA, Érica Janaina Rodrigues de; DILARRI, Guilherme.; CORSO, Carlos Renato. **A indústria têxtil no Brasil: Uma revisão dos seus impactos ambientais e possíveis tratamentos para os seus efluentes**. Conexão água. Universidade Estadual Paulista (UNESP). Rio Claro, SP, 2016.

ARSLAN-ALATON, I.; GURSOY, B. H.; SCHMIDT, J. E. Advanced oxidation of acid and reactive dyes: Effect of Fenton treatment on aerobic, anoxic and anaerobic processes. **Dyes and Pigments**, v. 78, n. 2, p. 117–130, 2008.

BARROS. N. **Efluentes têxteis. Saiba as principais características e desafios no tratamento desse tipo de efluente**. 14 de jan. 2020 Disponível em: <https://natanaelbarros.com.br/2020/01/14/efluentes-texteis-saiba-as-principais-caracteristicas-e-desafios-no-tratamento-desse-tipo-de-efluente/>. Acesso em 10 fev. 2022

BATISTA, P. C. DE S. et al. Cooperação e inovação nos setores industriais e de serviços no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, p. 1–19, 2020.

BERLIN, L. G. A Indústria têxtil brasileira e suas adequações na implementação do desenvolvimento sustentável. **Moda Palavra e-periódico**, v. 7, n. 13, p. 15–45, 2014.

BCG. **Boston Consulting Group**. Disponível em: <https://www.bcg.com/pt-br/industries/retail/insights>. Acesso em 06 jan. 2022.

COLTRE, J.; MARTINS, L. M. A INDUSTRIAL 4.0 NA GESTÃO ESTRATÉGICA: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA AS EMPRESAS BRASILEIRAS. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, v. 34, 2018.

COSTA, A. M. **DESAFIOS AMBIENTAIS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA: UMA ANÁLISE DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL DA PRODUÇÃO AUTOMOBILÍSTICA E PROJEÇÕES PARA O FUTURO DO SETOR** Ilha Solteira, 2021.

DIKESCH, L. E.; MOZZATO, A. R. **Gestão da produção: um estudo das indústrias do vestuário no Rio Grande do Sul**. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28., Curitiba, 2004. Anais. Rio de Janeiro: ANPAD, 2004.

EPRODUÇÃO. **Ciclo PDCA, o que é?** Disponível em: <https://eproducaocom.wordpress.com/2018/07/08/ciclo-pca-o-que-e/> Acesso em 03 mar. 2022.

ERPLAN. **Ciclo PDCA: planejamento, plano de ação e indicadores.** 01 de junho de 2018. Disponível em: <https://www.erplan.com.br/noticias/ciclo-pdca-planejamento-plano-de-acao-e-indicadores/>. Acesso em 15 fev. 2022.

FACCIOLLI, G. et al. Sustentabilidade Na Gestão Da Indústria Têxtil: Aplicações Enzimáticas No Tratamento De Efluentes. **Prospectus gestão e tecnologia**, p. 1–44, 2020.

FERNANDES, D. R. Uma contribuição sobre a construção de indicadores e sua importância para a gestão empresarial. **Revista FAE**, v. 7, n. 1, p. 1–18, 2004.

FERNANDES, R. W.; HORIKAWA, F. AUDITORIA AMBIENTAL: Análise de um sistema de gestão. **Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 6, p. 20–42, 2018.

FIGUEIREDO, D. L. DE. **Gestão da Manutenção: Metodologias e Ferramentas para Análises de Falhas** Ponta Grossa, PB. IX Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, 2019.

FIGUEIRÓ S. P.; MARIATH K. A. Sustentabilidade Com Foco Na Logística Reversa Da Indústria De Tintas E Vernizes. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, v. 15, n. 1, p. 127, 2018.

FONSECA, F. A. S. **IMPACTOS DA GESTÃO AMBIENTAL NA SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL: Um estudo na indústria Quasar da cidade de Patos.** Patos, PB, 2014.

FLUSH Engenharia. **Consumo de água e geração de efluentes na indústria têxtil.** Disponível em: <https://www.flushengenharia.com.br/consumo-de-agua-e-geracao-de-efluentes-na-industria-textil>. Acesso em 22 mar. 2022

FOXWATER. **Efluentes da indústria têxtil.** Disponível em: <https://www.foxwater.com.br/225/efluentes-da-industria-textil>. Acesso em 23 mar. 2022.

FROELICH, C. AÇÕES DE SUSTENTABILIDADE COM FOCO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO EM UMA INDÚSTRIA QUÍMICA. **Desafio Online**, v. 8, p. 115–131, 2020.

GOMES FILHO, V.; GASPAROTTO, A. M. S. a Importância Do Ciclo Pdca Aplicado À Produtividade Da Indústria No Brasil. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 2, p. 383–392, 2019.

HENRIQUE, M. R.; TROMBINE, J. DE C. Application of the Pdca Method in the Product Development. **Engenharia de Produção do Centro Universitário do Sul de Minas**, 2019.

HOCKERTS, K.; O'ROURKE, A. The Balanced Scorecard : A Tool to Manage Social Sustainability? **10th International conference of the Greening Industry of Network**, p. 1–25, 2001.

HSM, **5 metodologias de gestão que todo profissional precisa conhecer**. Disponível em: <https://hsmuniversity.com.br/blog/metodologias-de-gestao/>. Acesso em 12 set. 2021.

HU, Y. et al. Optimisation of fungal cellulase production from textile waste using experimental design. **Process Safety and Environmental Protection**, v. 118, p. 133–142, 2018.

ISNIAH, S.; HARDI PURBA, H.; DEBORA, F. Plan do check action (PDCA) method: literature review and research issues. **Jurnal Sistem dan Manajemen Industri**, v. 4, n. 1, p. 72–81, 2020.

KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. **The balanced scorecard: translating strategy into action**. [s.l: s.n.], 1996.

Kardec, Alan; Nascif, Júlio. **Manutenção: Função Estratégica**. 4 ed. Rio de Janeiro. Qualitymark Editora, 2017.

Leite. R. P. **Estruturas dos tecidos: tudo que a costureira precisa saber!** 29 de dezembro de 2016. Disponível em: <https://textileindustry.ning.com/forum/topics/estruturas-dos-tecidos-tudo-que-a-costureira-precisa-saber>. Acesso em 23 fev. 2022

LOPES, B. C.; ALVES, J. DE P. Ciclo PDCA aplicado na indústria do pescado. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 3, p. 1370–1379, 2020.

LUNA, R. A. Green Supply Chain Management E As Práticas Adotadas Pela Indústria Química. **Gestão & Planejamento**, v. 21, p. 87–99, 2020.

MEHLER, J. R. et al. **Desafios da Indústria Têxtil e as Demandas de Sustentabilidade**. v. 2, 2013.

MEIRA, V. M. et al. **Balanced Scorecard Sustentável – Uma revisão da literatura**, In. VIII Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e sustentabilidade. 20 a 23 maio. São Paulo, SP, 2020.

MILNITZ, D.; LUNA, M. M. M. Caracterização Da Indústria Têxtil E De Confecções Do Estado De Santa Catarina: Principais Elos, Parceiros E Produtos Comercializados. **Revista UNIFEBE**, v. 1, n. 22, p. 166–182, 2017.

MONTEIRO, Lívia. **Tecidos biodegradáveis para moda praia**. Disponível em: <https://blog.modacad.com.br/tecidos-biodegradaveis-para-modapraia/>. Acesso em 25 fev. 2022.

MORETTO, A. et al. Designing a roadmap towards a sustainable supply chain: A focus on the fashion industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 193, p. 169–184, 2018.

MOSER, G. **Vestindo Sustentabilidade: Análise dos tecidos biodegradáveis como novo discurso de sustentabilidade na moda do século XXI** Florianópolis, 2021.

PAULA, R. de. **Gerenciamento pelas Diretrizes (GPD): 7 passos para aplicá-lo**. Disponível em: <https://vbmc.com.br/gerenciamento-pelas-diretrizes-gpd/>. Acesso em 15 fev. 2022

PETESA. PET Engenharia Sanitária e Ambiental. **Impactos da indústria da moda e no meio ambiente**. Disponível em: <https://petesa.eng.ufba.br/blog/impactos-da-industria-da-moda-no-meio-ambiente>. Acesso em 02 dez. 2021

PROVALORE. **PDCA, BSC, GDP são apenas modismos ou realmente funcionam?** Disponível em: <https://www.provalore.com.br/pdca-bsc-gdp-sao- apenas-modismos-ou-realmente-funcionam/>. Acesso em 16 fev. 2022.

REZENDE, I. Y. V. S.; LOPES, C. S. D. Greenwashing e impacto ambiental na indústria têxtil: um estudo de caso. **Projética**, v. 10, p. 2019, 2019.

RIBEIRO, C. M.; COUTINHO, D. N. DE O.; GOMES, G. G. T. **Metodologia BSC como ferramenta para a avaliação de desempenho em organizações públicas**. p. 1–16, 2018.

SANDER, C. **Implantação do BSC: conheça as 4 diretrizes do método e aplique em 3 passos**. 27 de maio de 2019. Disponível em: <https://caetreinamentos.com.br/blog/melhoria-continua/implantacao-bsc/>. Acesso em 30 jan. 2022.

SANTOS, T.; ROVARIS, N. R. S. Cenário brasileiro da gestão dos resíduos sólidos urbanos e coleta seletiva. **Anais do Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade (VI SINGEP)**, p. 1–16, 2017.

SILVA, D. M. I. et al. Brazilian Journal of Development. **Brazilian Journal of Development**, n. 7, p. 73015–73024, 2018.

SILVA, M. DO R. DA; CALLADO, A. A. C. Balanced scorecard e a questão ambiental: um estudo sobre a percepção dos controllers. **REVISTA AMBIENTE CONTÁBIL - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - ISSN 2176-9036**, v. 13, n. 1, p. 263–283, 2021.

SILVA, Mygre Lopes da. **O setor industrial brasileiro frente à integração econômica**. Orientador: Dr. Paschoal José Marion Filho. 2018. 105f. Tese (Doutorado em administração). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria RS, 2018.

SILVA, V. C. DE O.; FERREIRA, R. L. Sistema de gestão ambiental: Utilização do PDCA para redução de custos e melhoria contínua nas organizações. **Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 13, n. 7, p. 133–146, 2018.

SILVEIRA S. D. **FMEA – Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos**. 27 de agosto de 2012. Disponível em: <https://www.citisystems.com.br/fmea-processo-analise-modos-falhas-efeitos/> . Acesso em 12 jan. 2022.

SITWARE. **O que é GPD – gerenciamento pelas diretrizes? Como aplicar em seu negócio?** Disponível em: <https://www.siteware.com.br/gestao-estrategica/gerenciamento-pelas-diretrizes/>. Acesso em 10 fev. 2022

TELES J. **FMEA: O que é e como fazer**. Disponível em <https://engeteles.com.br/fmea-o-que-e-como-fazer/>. Acesso em 12 jan. 2022

TOMAZINI, A. S. **SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL COMO DIFERENCIAL COMPETITIVO NO SETOR HOTELEIRO**. p. 6–10, 2020.

TOSO, G. S. **GESTÃO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA DO CURTUME: UMA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA** Jaboticabal, SP, 2021.