

Secretaria  
de Educação e  
Esportes



GOVERNO DE  
**PER  
NAM  
BU**CO  
ESTADO DE MUDANÇA

## Unidade Curricular

# Tecnologia e Produção limpa

Material de apoio à ação docente

**PERNAMBU**CO

Secretaria  
de Educação e  
Esporte



GOVERNO DE  
**PER  
NAM  
BU  
CO**  
ESTADO DE MUDANÇA

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO**  
**GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL**  
**GERÊNCIA DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

**Secretário de Educação e Esportes**

Ivaneide Dantas

**Secretário Executivo Planejamento e Coordenação**

Mônica Maria Andrade

**Secretária Executiva de Desenvolvimento da Educação**

Tárcia Regina da Silva

**Secretária Executiva de Educação Integral e Profissional**

Ana Cristina Dias

**Secretário Executivo de Administração e Finanças**

Gilson Monteiro Filho

**Secretário Executivo de Gestão da Rede**

Igor Fontes Cadena

**Secretário Executivo de Esportes**

Luciano Leonídio

## Equipe de elaboração

*Francyana Pereira dos Santos*

*Gabriel Pimenta Carneiro Campelo*

*Milton Matos Rolim*

## Equipe de coordenação

*Ana Carolina Ferreira de Araújo*

Gerente de Políticas Educacionais do Ensino Médio (GEPEM/SEDE)

*Janine Furtunato Queiroga Maciel*

Chefe da Unidade do Ensino Médio (GEPEM/SEDE)

## Revisão

*Andrezza Shirlene Figueiredo de Souza*

*Mônica de Sá Soares*

## Sumário

<b>1. Apresentação</b>	<b>5</b>
<b>2. Segunda Lei da Termodinâmica e Meio Ambiente</b>	<b>9</b>
Orientações para a realização de atividades	13
Orientações para a avaliação	14
<b>3. Poluição</b>	<b>16</b>
Orientações para a realização de atividades	21
Orientações para a avaliação	22
<b>4. Caracterização dos Resíduos</b>	<b>22</b>
Orientações para a realização de atividades	25
Orientações para a avaliação	26
<b>5. Tecnologia e Produção Limpa</b>	<b>26</b>
Orientações para realização de atividades	36
Orientações para a avaliação	37
<b>6. Projeto de Produção Limpa</b>	<b>37</b>
Orientações para realização de atividades	38
Orientações para a avaliação	39
<b>7. Referências bibliográficas</b>	<b>40</b>

## I. Apresentação

Prezado(a) professor(a):

*Tecnologia e Produção Limpa* é uma Unidade Curricular (UC) presente nos Itinerários Formativos do Novo Ensino Médio da Rede Pública Estadual de Pernambuco e está fundamentada pela Portaria nº 1.432/2018, do Ministério da Educação, que orienta a elaboração dos Itinerários Formativos. Esta Unidade Curricular encontra-se na trilha intitulada “*Meio Ambiente e Sociedade*” da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para ser ministrada no 3º ano do 2º semestre.

Esta UC tem como eixos estruturantes: *Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural*. O primeiro - Eixo Estruturante *Processos Criativos* - tem como ênfase a expansão da capacidade dos estudantes de idealizar e realizar projetos criativos ligados a uma ou mais Áreas de Conhecimento, à Formação Técnica e Profissional e a temáticas de seu interesse, a partir de três objetivos:

1. Aprofundar conhecimentos sobre as artes, a cultura, as mídias e as ciências aplicadas e sobre como utilizá-los para a criação de processos e produtos criativos;
2. Ampliar habilidades relacionadas ao pensar e fazer criativo;
3. Utilizar esses conhecimentos e habilidades em processos de criação e produção voltados à expressão criativa e/ou à construção de soluções inovadoras para problemas identificados na sociedade e no mundo do trabalho.

Ainda segundo a Portaria 1.432/2018, o segundo - Eixo Estruturante *Mediação e Intervenção Sociocultural* - tem como ênfase ampliar a capacidade dos estudantes de utilizar conhecimentos relacionados a uma ou mais Áreas, à Formação Técnica e Profissional, além de temas de seu interesse para realização de projetos que contribuam com a sociedade e o meio ambiente, a partir de três objetivos:

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

1. Aprofundar conhecimentos sobre questões que afetam a vida dos seres humanos e do planeta em nível local, regional, nacional e global, e compreender como podem ser utilizados em diferentes contextos e situações;
2. Ampliar habilidades relacionadas à convivência e atuação sociocultural;
3. Utilizar esses conhecimentos e habilidades para mediar conflitos, promover entendimentos e propor soluções para questões e problemas socioculturais e ambientais identificados em suas comunidades.

Em Pernambuco, a Unidade Curricular *Tecnologia e Produção Limpa* foi elaborada a partir da construção coletiva dos(as) professores(as), almejando promover uma discussão acerca do desenvolvimento e do aprofundamento do pensamento e do conhecimento, de forma a contribuir para o desenvolvimento de uma postura de protagonismo do estudante privilegiando a sua participação em campos da vida pública.

Para atingir os objetivos supracitados, a Unidade Curricular *Tecnologia e Produção Limpa*, está balizada em *focos pedagógicos* que enfatizam o passo a passo para a vivência de percurso formativo. São eles:

1. Identificação e o aprofundamento de um tema ou problema sobre poluição ambiental para promoção de uma reflexão sobre ações que atenuem os problemas por ela ocasionados associados a atividades de orientação para posterior elaboração de produtos ecoeficientes, tendo em vista estratégias de mediação e intervenção.
2. Ampliação de conhecimentos incluindo um estudo exploratório para o esclarecimento e descrição sobre o problema a ser enfrentado que possa fornecer uma solução eficiente no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo.
3. Planejamento, execução e avaliação de uma ação social e/ou ambiental que responda às necessidades e interesses a partir de uma situação-problema que possa envolver uma avaliação dos impactos ambientais para a proposição de uma ação que implemente a gestão ambiental, servindo-se da produção limpa em sua escola.

Enquanto estratégia para materialização dos objetivos citados, estabeleceram-se, no Currículo de Pernambuco, duas habilidades específicas, uma para cada eixo estruturante:

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

*Processos Criativos* - (EMIFCNT05PE) Selecionar e adaptar as ideias existentes nos modelos de produção para que evitem ou minimizem danos ao meio ambiente, usando ou não ferramentas digitais para o desenvolvimento criativo de produtos ecoeficientes.

*Mediação e Intervenção Sociocultural* - (EMIFCNT09PE) Propor e testar estratégias de mediação e intervenção para estabelecer novos modelos de pensar e de usar os recursos naturais de modo a minimizar ou dirimir os impactos ambientais, usando ferramentas digitais ou não para o desenvolvimento de produtos ecoeficientes.

Esta Unidade Curricular tem como **ementa**:

Compreensão da 2ª lei da termodinâmica (processos irreversíveis, degradação da energia). Incentivo à leitura crítica sobre poluição (definição, problemas globais relacionados à poluição, entre outros). Pesquisa e análise crítica em textos científicos sobre caracterização dos tipos de resíduos (de emissões atmosféricas, de efluentes líquidos e de resíduos sólidos) para efetivação do gerenciamento sustentável dos recursos naturais. Sensibilização da comunidade regional e/ou local, com as atividades de produção limpa, informando de sua participação na tomada de decisões. Desenvolvimento de um projeto a partir de uma situação-problema, envolvendo produção limpa (logística reversa, reciclagem, entre outros) para conservação e aproveitamento racional da natureza (PERNAMBUCO, 2021. p. 417).

Dessa forma, este material de apoio à ação docente está estruturado nos princípios e focos pedagógicos ora descritos, explorando, inicialmente, as habilidades do Eixo Estruturante Investigação Científica. Nesse sentido, tem como propósito estimular a *curiosidade científica*, no trato das questões ambientais, enquanto elemento fundamental para despertar o interesse e mobilizar os(as) estudantes para o desenvolvimento das habilidades específicas constantes nesta Unidade Curricular.

Orienta-se que seja explorado o protagonismo do estudante na busca da compreensão das questões ambientais, em especial, com relação aos princípios da produção limpa e da busca de soluções que atendam, de forma propositiva, a atuação na sociedade em que está inserido.

Entendemos que a questão ambiental aqui abordada é de vital importância para um tratamento das questões de sustentabilidade e de saúde pública, em especial, na área urbana, respeitando princípios ambientalmente adequados e éticos.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Atentar para as necessidades locais, para os interesses da comunidade e para a curiosidade dos estudantes pode ser um caminho promissor para a feitura de projetos que apresentem “soluções”, ainda que provisórias, como é próprio da ciência em geral, em uma perspectiva de aprimoramento constante destas soluções.

Este material está dividido em 5 tópicos, para facilitar a organização do professor, a saber: o **primeiro** (item 2) refere-se à Segunda Lei da Termodinâmica e Meio Ambiente; o **segundo** (item 3) relaciona-se com a poluição; o **terceiro** (item 4) diz respeito à caracterização dos resíduos; o **quarto** (item 5) faz referência com a Produção Limpa; o **quinto** (item 6) está relacionado com a estruturação de tudo o que é proposto nos 4 tópicos precedentes a partir de um projeto criativo de intervenção socioambiental, que traga melhorias efetivas para o meio ambiente local.

Vale salientar que este material de apoio não pretende ser exclusivo para o desenvolvimento desta Unidade Curricular, visto que pretende trazer uma compilação de conceitos, elementos fundamentais e práticas pedagógicas para subsidiar o trabalho do(a) professor(a). Sugerimos, assim, a construção de um planejamento de forma autônoma e crítica, embasado nos documentos orientadores, nas suas experiências enquanto professor(a)-pesquisador(a) e em outras fontes de estudo que achar pertinente.



## 2. Segunda Lei da Termodinâmica e Meio Ambiente

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da *Compreensão da 2ª lei da termodinâmica (processos irreversíveis, degradação da energia)*, uma parte importante para qualquer análise ambiental adequada.

Nas transformações naturais, as conversões de energia se dão mantendo constante a energia total, conforme prevê o princípio da conservação da energia. A primeira Lei da Termodinâmica é uma forma deste princípio, mas que não prevê a possibilidade de que tal transformação seja possível. Muitos fenômenos satisfazem o **princípio da conservação da energia**, ou a **primeira lei da termodinâmica**, mas são impossíveis, ou como dizemos, altamente improváveis. Um exemplo é um pêndulo oscilando: ao fim de algum tempo, ele para por causa da resistência do ar e de outros atritos, pois a energia “organizada” desse corpo vira energia térmica.

Pela primeira Lei da Termodinâmica a quantidade de energia térmica pode ser fornecida ao pêndulo em quantidade igual à energia que o pêndulo tem em movimento, porém a transformação recíproca de as moléculas se organizarem e empurrarem o pêndulo, para que ele volte a oscilar, tem uma probabilidade ínfima de acontecer, ao que consideramos impossível (RAMALHO et al. 2007).

A segunda lei está relacionada a esse sentido natural das transformações, ou seja, energias mais “nobres” como a elétrica, a química etc, se transformam em energia mais desordenada, que é a energia térmica. Materiais mais complexos, como o petróleo, após a queima, se tornam moléculas mais simples como o CO<sub>2</sub>. Esta lei tem uma aplicação mais ampla que apenas na termodinâmica. Podemos pensar nela no caso de uma gota de tinta que se dissolve na água. Essa gota não voltará a se separar da água naturalmente, então, dizemos que o caminho natural, nesse caso, é a desordem, ou a dissolução da gota de tinta na água. Dizemos que houve “*geração de entropia*”.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Para tanto, a avaliação quantitativa da geração de entropia é algo bastante complexo, mas podemos ter em mente alguns aspectos importantes como, por exemplo, a queima de combustíveis fósseis ou biocombustíveis, são grandes geradores de entropia, pois transformam moléculas complexas em mais simples e energia química se transforma em energia térmica.

## 2.1 Máquinas térmicas e a 2ª Lei da Termodinâmica

Conforme é estudado em termodinâmica no Ensino Médio, o rendimento máximo de uma máquina térmica, trabalhando entre uma fonte fria (a temperatura  $T_{fria}$ ) e uma fonte quente (a temperatura  $T_{quente}$ ), é dado pelo rendimento de um ciclo de Carnot, expresso por:

$$\eta = 1 - \frac{T_{fria}}{T_{quente}}$$

Podemos observar que o rendimento máximo nunca chegará a 100%, pois isso só ocorreria se a fonte fria estivesse a 0 K, ou zero absoluto, o que não é possível. Via de regra, a fonte fria está à temperatura ambiente.

Pela fórmula da eficiência de Carnot podemos observar que, quanto mais baixa a temperatura da fonte fria e mais alta a da fonte quente, maior será o rendimento do ciclo termodinâmico.

**Exemplo:** A temperatura da superfície do Sol varia em torno de 6000 K e a do meio ambiente em 300 K. Pela eficiência de Carnot, seria possível transformar 95% dessa energia em trabalho. Porém, em uma central solar termoeletrica, a temperatura que se consegue do fluido térmico, que será a fonte quente do ciclo termodinâmico, corresponderá a apenas 673 K, para a mesma temperatura de 300 K da fonte fria e a eficiência teórica máxima será de apenas 55%. Entretanto, este é o valor teórico máximo. Nesse tipo de central solar termoeletrica, a eficiência máxima está em torno de 25% e os restantes 75% foram perdidos na geração de entropia, pois foram transformados em calor transferido para o ambiente.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

## 2.2 Coeficiente de desempenho de uma geladeira ou ar-condicionado

O coeficiente de desempenho, COP, de um refrigerador ou ar-condicionado é definido como o calor removido do ambiente frio, dividido pelo trabalho realizado para remover este calor (trabalho realizado pelo compressor). Quanto mais eficiente for a geladeira ou o ar-condicionado, mais calor pode ser removido do interior da geladeira, ou sala refrigerada, por uma quantidade determinada de trabalho.

$$COP = \frac{Q_{fria}}{\tau}$$

Calculado a partir das temperaturas absolutas, o valor teórico máximo do COP é dado, em função das temperaturas das fontes quente e fria, como:

$$COP_{Max} = \frac{T_{fria}}{T_{quente} - T_{fria}}$$

Podemos observar que quanto maior a temperatura fria e menor a temperatura quente, maior o COP.

**Por exemplo:** em um ar-condicionado, a fonte quente é o meio ambiente. Quando o Sol bate na parte externa do aparelho a fonte quente aumenta a temperatura e o coeficiente de desempenho térmico diminui. Neste caso, a utilização de uma cobertura para fazer sombra no aparelho melhora o COP. Quanto à fonte fria, que é o ambiente resfriado, quando a temperatura é muito baixa como, por exemplo para um ar-condicionado, 17°C, o COP é muito baixo, mas pode ser melhorado aumentando a temperatura de trabalho. A recomendação de especialista é em torno de 23°C.

**Obs:** Diferente da eficiência de uma máquina a vapor, o COP, pode ser maior que 1 e quanto maior seu valor, mais eficiente será a geladeira ou ar-condicionado.

## 2.3 Entropia e Filosofia

O tema Entropia é bastante complexo, quando começamos a analisar como um todo na natureza. O processo de decomposição acontece incessantemente na natureza e faz parte dela.

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Assim, plantas, animais e todo tipo de organismos surgem e se desenvolvem no que Aristóteles chamou de Geração e, então, entram em degenerescência, que Aristóteles chamou de Corrupção em sua obra “*Da Geração e Corrupção*”.

Segundo Sproviero (2001), na visão, tipicamente moderna, mecanicista do mundo, na linha de Galileu, Descartes, Bacon, Newton, Locke e Adam Smith (Smith na economia e Locke na concepção social), a ideia de progresso é tão natural que nem pensamos em discuti-la. Diante disso, a partir da entrevista com Sproviero (2001), esse tema incide exatamente neste ponto: “*a lei da entropia mina a ideia da história como progresso. A lei da entropia destrói a ideia de que a ciência e a tecnologia criam um mundo mais ordenado*”, (conferir no link <http://www.hottopos.com/vdletras2/mario.htm>).



Nesse aspecto, na visão mecanicista, a ênfase está unicamente no que se ordena e desconsiderando a desordem causada pela ordenação. Nesse caso, é como se ignorássemos o problema do lixo ao arrumarmos nossa casa.

Então devemos ter muito cuidado na generalização da segunda lei da Termodinâmica, pois ela se restringe a mecanismos, mais especificamente, às máquinas térmicas e, por extensão, a outros processos que envolvem a transformação de energia em trabalho. Nesse sentido, podemos falar em qualidade da energia e sua degradação. Desse modo, quanto a sua aplicação à natureza como um todo, ao nosso ver, trata-se de uma questão filosófica, com aspectos de metafísica.

## Orientações para a realização de atividades

Uma primeira atividade deve estar relacionada à compreensão da 2ª Lei da Termodinâmica. Nesse caso, o aluno poderá pesquisar sobre a lei e suas aplicações em máquinas térmicas, refrigeradores, ar-condicionado e bombas de calor. Podem ser utilizadas videoaulas como a apresentada no vídeo do link: [Vídeo 1](#).



Uma segunda atividade pode estar relacionada ao estudo e às soluções práticas, utilizando o conhecimento sobre a segunda lei da termodinâmica, ou seja, sugestão de ações que diminuam a geração de entropia, nas diversas atividades do dia a dia, desde o uso correto de geladeiras e aparelhos de ar-condicionado, até a substituição de fontes de energia.

Aqui o professor deverá ter o cuidado de propor uma atividade que contemple a compreensão da 2ª Lei da termodinâmica geralmente trabalhada no 2º ano do Ensino Médio.

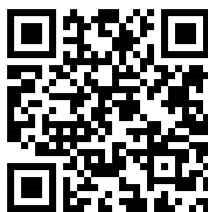
Abaixo apresentamos duas sugestões de atividades, que podem ajudar o professor em seu planejamento.

**PROPOSTA 01:** uso do experimento no qual uma gota de tinta à base de água é colocada em um recipiente com água limpa para exemplificar o sentido natural do processo ao qual a gota lentamente vai se diluindo na água até que todo o solvente fique igualmente misturado. Pode-se fazer o experimento com água morna e água fria para comparar o tempo de reação e observância de resultados finais iguais. Tal demonstração possibilita aos estudantes perceber qual o sentido natural do processo. Provocando a leitura crítica, é possível se questionar se, em algum momento, voltaremos a ter a tinta concentrada numa gota no lugar de ficar diluída no solvente. Expandindo esse processo, é possível investigar outros casos e exemplos com o processo de alimentação de seres vivos ou a queima de combustível de um veículo. Levando em consideração a premissa inicial da Unidade Curricular, faz-se importante comparar a entropia que ocorre num motor a combustão no mesmo processo de motor elétrico indicando níveis de rendimento e comparação de potência.

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

**como:** iniciar um debate sobre Motor Perpétuo e sua inviabilidade a partir dos estudos sobre a primeira e segunda lei da termodinâmica. Demonstrar erros conceituais nos modelos apresentados na internet sob a tentativa de reproduzir movimentos contínuos e eternos a partir da aquisição de uma energia inicial. Sendo acessível, sugere-se tentar reproduzir um dos modelos e encontrar, a partir das discussões, fontes de dissipação de energia. Torna-se bastante pertinente conduzir as discussões no sentido de investigar o modelo matemático da Lei de Carnot que efetuará um motor com rendimento de 100 %. A temperatura exigida para essa proposta teórica a torna inviável, o que demonstra que, com o conhecimento científico aplicado à engenharia de hoje, esse resultado é impossível. Tal premissa pode ser aplicada também em experimentos da mecânica e mesmo da eletrodinâmica, tomando o cuidado de embasar a explicação teórica com pressuposto do ensino fundamental, uma vez que apenas no próximo ano haverá o estudo aprofundado dos circuitos elétricos.

Havendo a possibilidade, pode-se estimular a reprodução de um aparato experimental que tente viabilizar uma máquina na tentativa de refutar a 2ª Lei da Termodinâmica e a partir da vivência, avaliar a participação e a interação entre os estudantes e, principalmente a aplicabilidade do conhecimento discutido nos momentos teóricos. Um outro modelo experimental que segue a proposta de experimento é montar um motor que segue o modelo de Stirling e é abastecido pela chama de uma vela. Tem um vídeo explicativo no canal de ciências no Youtube do Manual do Mundo (segue o link do vídeo: [Vídeo 3](#)).



## **Orientações para a avaliação**

Ao mesmo tempo em que se deve considerar a avaliação como um momento significativo para a observação do desenvolvimento e eficácia do processo de ensino e aprendizagem, importa que ela seja um instrumento balizador para tomada de decisões

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

pedagógicas e possibilite aos estudantes variadas formas de demonstrarem como aprendem e como constroem o conhecimento proposto em cada atividade educativa.

Deve ser observada a habilidade (EMIFCNT09PE) *Propor e testar estratégias de mediação e intervenção para estabelecer novos modelos de pensar e de usar os recursos naturais de modo a minimizar ou dirimir os impactos ambientais, usando ferramentas digitais ou não para o desenvolvimento de produtos ecoeficientes*, especificamente em aspectos relacionados a 2ª Lei da Termodinâmica.

Diversificar a proposta avaliativa é de suma importância para estimular o processo criativo e de divulgação de resultados a partir de análise e de estudos experimentais.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

### 3. Poluição

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito do *Incentivo à leitura crítica sobre poluição (definição; problemas globais relacionados à poluição, entre outros)*.

De acordo com a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências, entende-se por:

III - poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

IV - poluidor, a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.



Então, a poluição, enquadrada como crime, através da Lei n.º 6.938/81 (BRASIL, 1981), “é a introdução, de forma acidental ou intencional no meio ambiente, de substâncias ou energia, com consequências negativas para os seres vivos. A poluição se tornou intensa a partir da **Revolução Industrial** com o aumento da industrialização e urbanização. Considera-se, atualmente, um grave problema ambiental” (MAGALHÃES, c. 2011-2023), conferir no link <https://www.todamateria.com.br/poluicao/#:~:text=A%20polui%C3%A7%C3%A3o%20pas sou%20a%20ser,considerada%20um%20grave%20problema%20ambiental>.





**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Deve ser observado que a lei citada não define quais são estes poluentes e quais seus níveis que servem de parâmetro, uma vez que isso é definido especialmente nas normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT.

Logo, é importante ainda atentar para questões que ainda são discutidas e não fazem parte da legislação referente à poluição, como é o caso do CO<sub>2</sub> que, para muitos cientistas, é considerado um gás de efeito estufa, inclusive existindo acordos internacionais para redução de sua concentração na atmosfera. Existem, porém, cientistas que discordam desta posição e dizem que o CO<sub>2</sub> não faz parte das emissões consideradas poluição, por isso, a questão ambiental vai além da legislação de controle e este é um aspecto importante da Produção Limpa.

### 3.1 O caso de Cubatão, o Vale da Morte

O caso da cidade de Cubatão, no estado de São Paulo, não só é um exemplo de quão perigosa é a poluição, mas também de como o problema da poluição pode ser resolvido, se houver empenho e investimento na proteção ambiental.

No governo de Juscelino Kubitschek, na década de 50, teve início um processo acelerado de industrialização do Brasil. Cubatão, até aquela época, era um paraíso verde. Já na década de 1960, contava com 18 grandes indústrias, sendo uma refinaria, uma siderúrgica, sete de fertilizantes e nove de produtos químicos, trazendo consigo a poluição em larga escala. Governantes, assim como os empresários, não se preocupavam em reverter a situação, uma vez que as indústrias de Cubatão rendiam bilhões ao ano, levando a cidade a ser uma das cinco maiores arrecadadoras de impostos do estado. O município respondia por 2% de toda a exportação do país. De outubro de 1981 e abril de 1982, nasceram aproximadamente 1.800 crianças na cidade, sendo que 37 já nasceram mortas, outras apresentavam graves problemas neurológicos e anencefalia. Cubatão era líder em casos de problemas respiratórios no país. A ONU alertou o mundo sobre os problemas causados pela poluição do polo industrial,

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

considerando a cidade como exemplo a não ser seguido. A partir de 1983 foi implementado um plano de recuperação ambiental. Governantes, população e industriais passaram a trabalhar em conjunto pela recuperação, sendo que em 1989 as 320 fontes poluentes que existiam na época já estavam controladas. Cubatão, no final dos anos 80, buscou recursos da Agenda 21 para recuperar a qualidade de vida socioambiental perdida com a poluição causada pelo polo industrial (PENSAMENTO VERDE, 2014), conferir no link <https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/historia-poluicao-cubatao-cidade-deixou-vale-morte/>



Assim, podemos dizer que Cubatão é, ao mesmo tempo, um exemplo do que não deve ser feito, com relação à poluição descontrolada, e o que deve ser feito, com relação ao controle da poluição. Neste caso, é necessária uma análise crítica da situação. Cubatão só resolveu o problema, porque houve pressão, tanto nacional como internacional. Foram determinados limites de poluição e investimento de dinheiro público e da agenda 21, o que permitiu que as empresas não fossem à falência devido ao custo da recuperação, o que criaria outro tipo de problema relacionado ao desemprego e à queda da economia.

Neste ponto, podemos observar um importante fator a favor da Produção Limpa, que é o custo das chamadas soluções de fim de tubo ou controle da poluição. Na Produção Limpa, considerando-se como produção ideal, não se tem poluição e, não tendo poluição, estamos economizando matéria prima e energia que são desperdiçados na produção e custam caro para seu tratamento. Assim, a Produção Limpa tem um custo bem menor que a produção com controle da poluição, sendo este o grande atrativo para as empresas trabalharem sem poluição.

Nesse caso, precisamos observar que a produção limpa é mais barata que a produção com controle da poluição, porém, se não houver fiscalização e exigência de medidas de controle da poluição, pode ser mais vantajoso para o empresário produzir poluindo o ar, as águas e o

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

solo, se o custo do controle da poluição não sair do seu bolso, ou seja, a empresa ganha sem pagar pelo controle da poluição, que será paga pela população, seja pelos impostos, seja pelo adoecimento causado por ela.

### 3.2 O caso de Bhopal na Índia

Um vazamento de toneladas de um gás venenoso, em uma fábrica de agrotóxicos da Union Carbide em Bhopal, na Índia, matou mais de 25 mil pessoas, há mais de 37 anos (2022). Na madrugada de 3 de dezembro de 1984, uma reação em um tanques com 40 toneladas de isocianato de metila, usado na produção do agrotóxico carbaril, provocou uma nuvem de gases extremamente tóxicos. Imediatamente, grande parte da população próxima teve dificuldade para respirar, irritação nos olhos, tosse, vômitos e, em poucas horas, havia corpos humanos e de animais empilhados pelas ruas (OLIVEIRA, 2020).

<https://www.redebrasilatual.com.br/ambiente/fabrica-de-agrotoxicos-que-matou-25-mil-pessoas-bhopal-india-segue-impune/>



Esse é um caso que demonstra o perigo de produtos químicos e como se deve evitar trabalho sem segurança. Uma falha na segurança vitimou mais de 25 mil pessoas, e até os dias de hoje parece que não houve responsabilização dos causadores da tragédia.

### 3.3 As mudanças climáticas

O Aquecimento Global é um dos temas mais debatidos, durante os últimos anos, tanto na comunidade científica quanto em outros espaços da sociedade mundial. Ainda existem atualmente, as contestações chamadas de “céticas” que vêm se tornando cada vez mais

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

conhecidas. Segundo Pena (2022), existem três linhas principais de argumentação com relação às chamadas Mudanças Climáticas:

- a) Na **primeira linha** de argumentação se baseia em dados do IPCC, o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas, órgão ligado à ONU (Organização das Nações Unidas). Esta linha de argumentação baseia-se na elevação das temperaturas em função da emissão dos chamados gases-estufa, como o CO<sub>2</sub> (gás carbônico), CH<sub>4</sub> e o CFC (clorofluorcarboneto). Segundo estes dados, cerca de 90% das alterações climáticas foram causadas pelo homem e apenas 10% são naturais. Entre os mais conhecidos defensores dessa tese, está o ex-vice-presidente dos Estados Unidos, Al Gore, que organizou um documentário chamado *Uma Verdade Inconveniente*.
- b) Na **segunda linha**, alguns cientistas, apesar de aceitarem a existência do Aquecimento Global, defendem que se trata de um processo natural, pois o Sol seria o principal fator que influencia o clima da Terra, e não os gases atmosféricos. Assim, com o aumento das atividades solares, aconteceria o aquecimento médio das temperaturas no planeta. Entre os principais defensores, aparece o professor Timothy Ball, PhD pela Universidade de Londres. Entre outras críticas, contestam a ameaça representada pelos gases-estufa. Alguns cientistas afirmam que o CO<sub>2</sub> é benéfico para a atmosfera terrestre, pois estimula o desenvolvimento e crescimento das vegetações. Por essa linha, se o CO<sub>2</sub> representasse uma ameaça, o planeta Marte seria mais quente que a Terra, pois sua atmosfera é composta em mais de 95% por esse gás. No entanto, suas temperaturas são, em média, de -50°C
- c) Em uma **terceira linha**, há um grupo que afirma que o Aquecimento Global se trata de uma teoria que jamais foi provada. Para eles seria uma estratégia, de “alarmismo”, dos países desenvolvidos para evitar o aumento do consumo e do padrão de vida do mundo subdesenvolvido, o que envolveria outras questões políticas e que não possuem validade científica. Entre seus defensores pode-se destacar Timothy Oke, climatólogo canadense, Ricardo Augusto Felício, climatólogo e professor da USP, e Luiz Carlos Molion, meteorologista da Universidade Federal de Alagoas. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquecimento-global-existe-mesmo.htm>



Apesar da controvérsia citada, podemos nos basear na segunda Lei da Termodinâmica para afirmar que a utilização de combustíveis é mais prejudicial ao Meio Ambiente, que as energias não combustíveis, devido à alta geração de entropia, como visto no item anterior. Assim, a migração de combustíveis fósseis, ou até mesmo biocombustíveis, para outras fontes de energia, como a solar e a eólica, reduziria muito o impacto da atividade humana sobre o meio ambiente. Outro aspecto importante é o desmatamento, que podemos considerar uma forma de aumento de entropia no ambiente.

**SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO**

Rolim, Fraindenraich e Vilela (2012), apresentam uma análise da possibilidade de produção de gesso com energia solar, na Região do Araripe Pernambucano. Nesse artigo pode se ter uma ideia da diferença de uma energia de menor geração de entropia, no caso a solar e uma de maior geração de entropia, a queima de madeira que poderia ser utilizada para fins mais nobres e menos entrópicos.

É preciso entender que não podemos apenas decidir que vamos mudar para carros elétricos, por exemplo, e tudo estará resolvido. Mesmo os carros elétricos precisam de fontes que geram a eletricidade e material extraídos de minas. Além disso, tal substituição não pode ser radical, ou seja, deve ser gradual para que a sociedade se adapte, sem grandes impactos nos aspectos econômicos e sociais.

## **Orientações para a realização de atividades**

Neste item, deve-se buscar atividades que contemplem a pesquisa sobre os diversos tipos de poluição, especialmente aquelas que atingem a escola, o bairro ou a cidade em que estão inseridos.

Também são importantes a análise crítica das diversas atividades poluidoras que afetam a comunidade na qual a escola está inserida, identificando aquelas prioritárias na busca de soluções.

Uma atividade interessante é classificar os resíduos gerados na escola, por exemplo, os produtos químicos do laboratório e a sua correta destinação.

O professor pode também promover uma discussão crítica sobre questões como as diferentes abordagens sobre mudanças climáticas e suas consequências socioeconômicas.

## Orientações para a avaliação

Ainda é importante que os discentes percebam a dimensão do problema ambiental de sua cidade, bairro e escola, bem como o seu impacto nas condições socioambientais. Tudo isso deve ser avaliado pelo professor.

Deve-se ter em mente para avaliação o foco pedagógico *“Identificação e o aprofundamento de um tema ou problema sobre poluição ambiental para promoção de uma reflexão sobre ações que atenuem os problemas ocasionados pela poluição, permitindo uma orientação para posterior elaboração.”*

### 4. Caracterização dos Resíduos

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da *“Pesquisa e análise crítica em textos científicos sobre caracterização dos tipos de resíduos (de emissões atmosféricas, de efluentes líquidos e de resíduos sólidos) para efetivação do gerenciamento sustentável dos recursos naturais.”*

Conforme a norma Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2004):

A classificação de resíduos envolve a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características e a comparação destes constituintes com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente é conhecido. A identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004, p.02)

De acordo com a norma ABNT (2004), a periculosidade dos resíduos é assim descrita:

3.2 periculosidade de um resíduo: Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar: a) risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; b) riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (ABNT, 2004, p. 02).

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

## 4.1 Resíduos Sólidos

Na norma ABNT (2004), temos a definição de resíduos sólidos, em geral, como aqueles que:

[...] resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cuja particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p.01).

Essa norma ainda divide os resíduos sólidos nas seguintes classes:

**Resíduos classe I** - resíduos perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais;

**Resíduos classe II** – Não Perigosos que podem ser divididos em dois grupos: 1) **Resíduos classe IIA** – Não Inertes que podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água e **Resíduos classe IIB** – Inertes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004, p. 03).

## 4.2 Efluentes

Os resíduos provenientes das indústrias, dos esgotos e das redes pluviais, que são lançados no meio ambiente, na forma de líquidos ou de gases, são chamados de efluentes. Disponível em: <https://revistas.unisuam.edu.br/index.php/revistaaugustus/article/view/457>



Podem ser classificados em

**Efluentes líquidos** - aqueles provenientes das indústrias, dos esgotos sanitários, dos lixões, da agricultura e das redes pluviais, resultado das atividades humanas.

**Efluentes domésticos** - aqueles gerados pelas residências. Apesar de não serem percebidos, podem provocar grandes impactos ao meio ambiente se lançados de forma

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

incorreta. São exemplos dessa categoria o esgoto residencial, a caixa de gordura de casas, restos de comida e, muito comuns em localidades rurais, as fossas sépticas.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (1987), os **efluentes industriais** são:

[...] despejos líquidos provenientes das áreas de processamento industrial, isso inclui os que têm origem nos processos de produção, as águas de lavagem de operação de limpeza e outras fontes, que apresentem poluição por produtos utilizados ou produzidos no estabelecimento industrial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987, p.01).

Esta norma, Associação Brasileira de Normas Técnicas ABNT (1987), deve ser consultada para a classificação dos resíduos, pois estabelece “Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário” (ABNT, 1987, p.01).

### **Efluentes Gasosos** - emissões atmosféricas.

De forma geral, o estudo da “poluição” atmosférica é classificado de acordo com a sua natureza ou pela área que ocupam. Podem ser divididas em duas categorias, em relação às fontes de emissão: as geradas por fontes fixas e aquelas geradas por fontes móveis.

As fontes fixas são aquelas que permitem uma avaliação direta na fonte, pois ocupam uma área relativamente limitada. As móveis são as que não possibilitam uma avaliação na base da fonte, pois se dispersam pela comunidade. A localização, a topografia e as condições climáticas locais, são fatores importantes que podem influenciar na qualidade do ar, principalmente, no que diz respeito à constância, intensidade e direção dos ventos. Além disso, podem interferir nas avaliações ambientais, principalmente àquelas efetuadas a partir da percepção do observador, já que podem criar períodos de intensa poluição em áreas urbanas, devido a fenômenos climáticos como as inversões térmicas, influenciando diretamente nas



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

condições ambientais que favorecem a concentração ou a dispersão dos poluentes (BRASIL, 2006a, s.p).

Disponível

em:

<https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas.html>



O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, estabelece diversas resoluções relativas às emissões atmosféricas. Estas resoluções podem ser encontradas no link ([Fontes Fixas](#)). Devido a quantidade de informações, não podemos descrever aqui, mas professores e alunos podem encontrar detalhes no link citado.



## Orientações para a realização de atividades

Neste item, o foco é a identificação dos poluentes mais comuns, classificando-os como perigosos e não perigosos.

É importante também fazer levantamentos do destino adequado a cada poluente, a partir de sua classificação, propondo estratégias de tratamento ou destinação adequada à legislação e ao melhor cuidado com o meio ambiente, produzindo material de conscientização e divulgação.

## Orientações para a avaliação

Como deve ser feito em todas as etapas previstas nesta orientação, o professor deve privilegiar, na avaliação, o trabalho cooperativo e o protagonismo dos alunos, na busca do seu conhecimento.

Deve-se ter em mente para avaliação o foco pedagógico *“Identificação e o aprofundamento de um tema ou problema sobre poluição ambiental para promoção de uma reflexão sobre ações que atenuem os problemas ocasionados pela poluição, permitindo uma orientação para posterior elaboração.”*.

### 5. Tecnologia e Produção Limpa

Neste item, o professor deve desenvolver o tópico da ementa a respeito da *“Sensibilização da comunidade regional e/ou local, com as atividades de produção limpa, informando de sua participação na tomada de decisões.”*. Deve-se atentar também que, para esta sensibilização, o aluno deve ter conhecimento dos conceitos e estratégias da Produção Limpa, ou seja, devem ser desenvolvidos os temas, especialmente, sobre a Produção Limpa e Produção Mais Limpa - P+L.

Durante a década de 80, o termo desenvolvimento sustentável passou a ser difundido globalmente. Desde então, muitos conceitos e estratégias têm sido desenvolvidos para atender ao que deveria ser a prática do desenvolvimento sustentável.

Segundo Araújo (2002), salta aos olhos que, no nível mundial, os problemas ambientais começam a se tornar preocupantes já que, em um futuro próximo, pode-se colocar em perigo a sobrevivência da humanidade. Assim, todos os esforços para promover um Meio Ambiente mais saudável são fundamentais. Com a globalização dos problemas ambientais causados pelas indústrias nas décadas de 80 e 90, as pressões de caráter ambiental passaram a influenciar diretamente o rumo dos negócios. Constata-se que a poluição ambiental transcende as

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

fronteiras nacionais, afetando todos os países, é o caso do efeito estufa, da redução da camada de ozônio e outros problemas globais. A opinião pública se mostra mais sensível às questões ambientais.

De acordo com Cajazeira (1997, *apud* Araújo, 2002) a fim de sintetizar a relação das empresas com o meio ambiente, são descritas três fases distintas do pensamento empresarial moderno como resposta às questões ambientais, são elas:

**Fase obscura:** considera a degradação ambiental como uma etapa necessária para garantir o conforto do homem moderno. Esta fase norteou o pensamento empresarial até meados dos anos 70, quando as questões ambientais eram vistas como atividades de radicais ou exibicionistas;

**Fase reativa:** ainda é a mais presumida nas organizações que procuram reduzir o impacto ambiental. As empresas buscam, nesta fase, atender a legislação para evitar ou reduzir as penalidades ambientais. A mídia é utilizada para reforçar a postura da empresa, campanhas do tipo “Mico Leão dourado” são utilizadas com o objetivo de associar a empresa como ecologicamente correta;

**Fase proativa:** a questão ambiental é vista como uma estratégia de negócios e uma determinante para o futuro competitivo da empresa. Busca-se soluções para os problemas ambientais de forma pragmática. A cultura da organização é voltada para o desenvolvimento sustentável. Direciona os recursos à prevenção e minimização dos impactos ambientais.”

Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30365268.pdf>



Na travessia da **fase reativa** para a **proativa** é que se observa uma modificação de padrão por parte das empresas, isto é, agir com responsabilidade em relação ao meio ambiente, não é mais uma questão de opção e atendimento à legislação, mas de sobrevivência. É nesta mudança de paradigma que surgem as propostas de metodologias para abordagem da questão ambiental pelas empresas, como ecoeficiência, **produção limpa**, etc. O termo **tecnologia limpa** surge para definir as tecnologias adequadas a este novo paradigma.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Segundo Vanzolini (1998, apud Araújo, 2002), buscando definir um sistema de produção que incorpore a questão ambiental em todas as fases, tendo como foco a prevenção na geração de resíduos.

O Greenpeace descreveu algumas características que a organização que prioriza a **Produção Limpa** deveria buscar:

- a auto-sustentabilidade de fontes renováveis de matéria-prima;
- a redução no consumo de água e energia;
- a prevenção da geração de resíduos tóxicos e perigosos na fonte de produção;
- a reutilização e reaproveitamento de materiais por reciclagem de maneira atóxica e energia eficiente;
- a geração de produtos de vida útil longa, seguros e atóxicos, para o homem e meio ambiente, cujos restos (incluindo embalagens) tenham reaproveitamento atóxico;
- a reciclagem (na planta industrial ou fora dela) de maneira atóxica como alternativa para as opções de manejo ambiental representadas por incineração e despejo em aterros.

Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30365268.pdf>



## 5.1 Produção Mais Limpa

Levando-se em conta as profundas preocupações com o meio ambiente, organizações dos mais variados setores estão deixando a postura reativa e mudando para postura proativa com relação às questões ambientais. Novas metodologias de gerenciamento ambiental buscam a sensibilização de diretores e níveis hierárquicos elevados, expondo a chance de lucro com metodologias de produção adequadas ao meio ambiente, entre elas a Produção Mais Limpa, também conhecida pela sigla P+L.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI-RS (Porto Alegre - RS), em julho de 1995, foi escolhido pela Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO) e pela Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP), para

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

sediar um Centro Nacional de Produção mais Limpa, o 10º de uma série de 23 centros a serem instalados pelo mundo (CNTL, 2003).

A partir deste Centro, foram formados vários núcleos pelo Brasil, com a criação de uma rede nacional de P+L. Aparentemente, esta rede foi descontinuada, pois não encontramos informações sobre ela nos principais parceiros da rede que são o SENAI-RS e o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS). Apesar disso, podemos encontrar esta metodologia nas referências (SENAI, 2003) e (CEBDS, 2005).

As metodologias dos paradigmas anteriores são chamadas de **tecnologias de fim de tubo**, ou seja, a solução do problema depois que o resíduo já foi gerado; já as metodologias, como ecoeficiência e P+L, buscam evitar a geração de resíduos.

Segundo CEBDS (2005), a Produção mais Limpa:

É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental de prevenção da poluição na empresa, focando os produtos e processos, para otimizar o emprego de matérias primas, de modo a não gerar ou a minimizar a geração de resíduos, reduzindo os riscos ambientais para os seres vivos e trazendo benefícios econômicos para a empresa (CEBDS, 2005, p.09).

A P+L pode ser considerada como uma metodologia que busca levar a produção atual, com muita geração de resíduos, para produção limpa, onde não existe tratamento ou depósito de resíduos, tudo que sobra de um processo pode ser utilizado em outro ou ser devolvido à natureza sem causar impacto negativo.

CNTL (2003), apresenta o quadro abaixo comparando a metodologia da produção mais limpa e as metodologias de fim de tubo:

<b>Tecnologia de fim de tubo</b>	<b>Produção mais limpa</b>
Pretende reação	Pretende ação.
Os resíduos, os efluentes e as emissões são controlados por meio de equipamentos de tratamento.	Prevenção da geração de resíduos, efluentes e emissões na fonte. Procurar evitar matérias-primas potencialmente tóxicas.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Proteção ambiental é um assunto para especialistas competentes.	Proteção ambiental é tarefa para todos.
A proteção ambiental atua depois do desenvolvimento dos processos e produtos.	A proteção ambiental atua como uma parte integrante do design do produto e da engenharia de processo.
Os problemas ambientais são resolvidos a partir de um ponto de vista tecnológico.	Os problemas ambientais são resolvidos em todos os níveis e em todos os campos.
Não tem preocupação com o uso eficiente de matérias-primas, água e energia.	Uso eficiente de matérias-primas, água e energia.
Leva a custos adicionais.	Ajuda a reduzir custos.

Fonte: CNTL (2003)

Todas as matérias-primas, além da água e da energia que a empresa adquire e não são transformadas em produto que vai ser vendido, saem como resíduos sólidos, efluentes líquidos ou emissões atmosféricas, que devem ser tratados. Então, quanto menos resíduos gerados, menores os custos de aquisição e de tratamento. Deve-se considerar, junto com os custos ambientais de tratamento, o valor que se paga pelas matérias-primas que, depois de empregadas no processo produtivo (aplicação de energia, mão de obra etc), foram transformadas em resíduos. Isso ajuda a lembrar que todos os resíduos foram anteriormente adquiridos com preço de matéria-prima. Assim é importante que se transformem as matérias-primas em produtos e não em resíduos (CEBDS, 2005).

CEBDS (2005) e CNTL (2003) trazem guias da P+L e sua metodologia. Estas fontes são importantes para entendimento de como proceder de forma adequada, segundo esta metodologia. São dois excelentes referenciais da proposta metodológica.

Neste componente curricular, no entanto, apresentamos apenas uma simplificação da metodologia, que pode ser melhor entendida, nestas fontes citadas no parágrafo anterior. Aqui apresentamos apenas um resumo, conforme os quatro itens a seguir.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

### 5.2.1 Planejamento e Organização

Para obter o compromisso gerencial, é fundamental **sensibilizar a gestão** para afirmar o sucesso do Programa, uma vez que os resultados consistentes dependem do comprometimento com o Programa, por parte da empresa. É importante também a sensibilização dos funcionários e a formação de um ECO-time, com a participação dos diversos setores da empresa. Aqui também deve ser realizada a **identificação de barreiras**, que serão encontradas durante o desenvolvimento do Programa e buscar soluções adequadas para superá-las para que ele tenha um bom andamento. É necessário, também, o estabelecimento da extensão do Programa definindo, em conjunto com a empresa, sua abrangência: incluirá toda a empresa ou se iniciará em um setor crítico etc (CNITL, 2003).

### 5.3 Pré-avaliação e Diagnóstico

A **pré-avaliação** deve começar pela construção e análise detalhada do **fluxograma** geral da empresa, o que permite a visualização e a definição do fluxo qualitativo de matéria-prima, água e energia no processo produtivo, também permite observar a geração de resíduos durante o processo, servindo como uma ferramenta para obtenção de dados importantes para a formação de estratégias de minimização da geração de resíduos, efluentes e emissões. Após o fluxograma qualitativo do processo produtivo da empresa, o ecotime deve fazer o levantamento quantitativo dos dados de produção e ambientais existentes, buscando fontes disponíveis, por exemplo, estimativas do setor de compras, etc. É feita então a quantificação de entradas (água, energia, matérias-primas e outros insumos), com maior atenção para água e energia, mas sem detalhar por etapa do fluxograma (apenas as entradas totais). Assim, é feita também, a quantificação de saídas (resíduos, efluentes, emissões, produtos e subprodutos), mas também sem detalhar por etapa do fluxograma. Neste momento, é importante levantar os dados da situação ambiental da empresa e os dados referentes à estocagem, armazenamento e acondicionamento (CNITL, 2003).

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Abaixo temos um exemplo de como pode ser iniciada a pré-avaliação. Para facilitar, consideraremos um processo simples e hipotético de pintura.

ENTRADA	PROCESSO	SAÍDA
Gabinetes Tinta Solvente Estopa	PINTURA DE GABINETES	Resíduo de tinta Gases tóxicos Estopa usada Latas de tinta



GABINETES PINTADOS

Fonte: Os autores.

Na passagem para a etapa seguinte já podem ser criados os indicadores que servirão para monitorar a atividade, bem como avaliar a medida de melhoria, por exemplo, podemos considerar: Custo (R\$)/Gabinete; Quantidade de tinta/Gabinete, etc.

#### 5.4 Avaliação de P+L e Estudos de Viabilidade

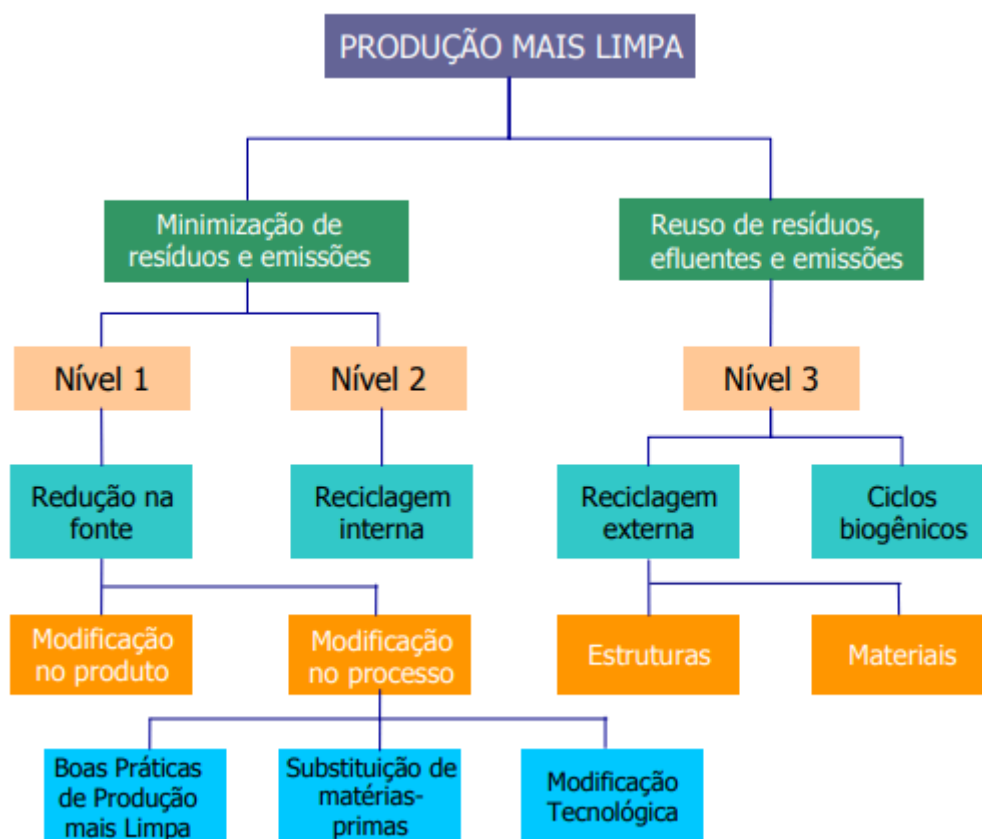
Uma vez realizado o **diagnóstico** ambiental e a planilha dos principais aspectos ambientais deve ser selecionado, entre as atividades e operações da empresa, o foco de atenção do trabalho. Deve-se analisar considerando a legislação pertinente, a quantidade de resíduos gerados, a toxicidade dos resíduos e os custos envolvidos. Devem também ser avaliadas as causas da geração de resíduos. Então, deve ser elaborado o balanço material e são estabelecidos indicadores, são identificadas as causas da geração de resíduos e é feita a identificação das **opções de produção mais limpa**.



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Nesta etapa é importante determinar indicadores (por exemplo: quantidade de energia por peça produzida), que são fundamentais para avaliar a eficiência da metodologia e acompanhar a evolução das medidas de P+L implantadas. Deve-se analisar os indicadores atuais e os indicadores estabelecidos durante a fase de quantificação. Assim, é possível comparar estes com os indicadores determinados após a implementação das opções de P+L. Com os dados levantados (quantificação) são avaliadas as causas de geração dos resíduos na empresa, que pode ir desde o mau uso de matéria prima, energia e água, até a atuação de algum fornecedor. A partir das causas de geração de resíduos, são possíveis modificações em vários níveis de atuação e aplicações de estratégias visando ações de P+L (CNTL, 2003).

CNTL (2003) apresenta ainda o fluxograma abaixo, relativo a geração de opções de Produção mais Limpa:



Fonte: CNTL (2003).

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

## 5.5 Implementação de Opções e Plano de Continuidade

A primeira atividade nesta etapa é a avaliação ambiental, técnica e econômica das opções de P+L levantadas, objetivando o aproveitamento eficiente da água, matérias-primas, energia e outros insumos através da não geração, minimização, reciclagem interna e externa, conforme visto anteriormente. Finalmente chegamos a etapa que se constitui do plano de implementação e monitoramento e plano de continuidade. Após, a seleção das opções de P+L, será traçada a estratégia para implementação das mesmas. Juntamente com a implementação deve ser planejado o sistema de monitoramento das ações a serem implantadas. Após as etapas e atividades descritas anteriormente, o Programa de P+L pode ser considerado como implementado. Neste momento, é fundamental não somente avaliar os resultados, mas, sobretudo, criar condições para que tenha sua continuidade garantida através da aplicação da metodologia e da criação de ferramentas que levem a manutenção da cultura estabelecida, bem como seu desenvolvimento em conjunto com as atividades futuras da empresa (CNTL, 2003).

## 5.6 A Logística Reversa

Conforme BRASIL (2018c):

A Logística Reversa é um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2018c, s.p.).

Conforme a legislação, os sistemas de **logística reversa** serão estendidos a produtos e embalagens considerando, prioritariamente, o grau e a extensão do impacto à saúde pública e ao meio ambiente dos resíduos. A Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010b), que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), é um marco, relativo à sustentabilidade, já que apresentou um aperfeiçoamento na maneira como a sociedade deve tratar resíduos sólidos. O

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Princípio da Responsabilidade Compartilhada pelo Ciclo de Vida dos Produtos e a Logística Reversa foram dois importantes avanços na gestão dos resíduos sólidos (BRASIL, 2018c).

De acordo com BRASIL (2010b):

“Art. 33. São obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de:

I - agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas;

II - pilhas e baterias;

III - pneus;

IV - óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens;

V - lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;

VI - produtos eletroeletrônicos e seus componentes.”

Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)



Conforme Telles (2022), foram firmados acordos de logística reversa, até julho de 2020, nos seguintes segmentos:

- a) Embalagens de agrotóxicos;
- b) Óleo lubrificante usado ou contaminado (Oluc);
- c) Embalagens plásticas de óleos lubrificantes;
- d) Pilhas e baterias;
- e) Pneus;
- f) Lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista;
- g) Embalagens em geral;
- h) Embalagens de aço e
- i) Eletroeletrônicos de uso doméstico (TELLES, 2022 p.62).

Um exemplo, é o dos consumidores de um celular que se torna corresponsável no processo de logística reversa. Quando o celular for descartado, o consumidor final deverá colocá-lo em local adequado e determinado pelo fabricante ou comerciante, para que esse

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

resíduo regresse à cadeia produtiva e tenha um destino ambientalmente apropriado (TELLES, 2022).

Na referência BRASIL (2018c), poderão ser encontradas informações mais detalhadas sobre a Logística Reversa. Porém, aqui o que é importante entender é que ela faz parte da Gestão Ambiental e da legislação ambiental, sendo ponto fundamental na utilização de qualquer estratégia de P+L, ou outra metodologia ambientalmente correta.

## 5.7 Recomendação

Este item apresentou um resumo sobre Tecnologia e Produção Limpa, em especial sobre a metodologia de Produção Mais Limpa. Este material, no entanto, não pode aprofundar estes conceitos e metodologia, o que poderá ser feito pelos professores e alunos, conforme a necessidade, buscando as referências bibliográficas citadas, para maiores detalhes.

## Orientações para realização de atividades

Neste item, devem ser trabalhadas atividades relacionadas à produção mais limpa P+L, pesquisando sobre a metodologia e sua aplicação. Algumas informações são encontradas no link do [Vídeo 2](#).



Uma segunda atividade, poderá ser realizada em relação à sensibilização da comunidade escolar, sobre as vantagens da P+L e suas principais estratégias e casos de aplicação que podem ser pesquisados em fontes diversas, produzindo materiais de conscientização e divulgação.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

Como terceira atividade pode ser trabalhada uma aplicação da metodologia P+L, para melhoria socioambiental de sua escola, ou de alguma atividade próxima.

Finalmente, pode ser realizada uma atividade de divulgação dos resultados alcançados e uma proposta de continuidade de atividades de P+L.

## Orientações para a avaliação

Este trabalho deve ser desenvolvido de forma que os alunos desenvolvam a capacidade de trabalho em equipe e as habilidades de *Processos Criativos e Mediação e Intervenção Sociocultural*, desenvolvendo uma proposta criativa de intervenção sociocultural.

Deve-se ter em mente para avaliação o foco *“Identificação e o aprofundamento de um tema ou problema sobre poluição ambiental para promoção de uma reflexão sobre ações que atenuem os problemas ocasionados pela poluição, permitindo uma orientação para posterior elaboração.”*

## 6. Projeto de Produção Limpa

Finalmente, chegamos ao tópico de elaboração do projeto, previsto na ementa como *“Desenvolvimento de um projeto a partir de uma situação problema envolvendo produção limpa (logística reversa, reciclagem, entre outros) para conservação e aproveitamento racional da natureza.”*

Este tópico do componente curricular é a culminância natural de todas as atividades desenvolvidas nos itens anteriores, quando os alunos devem relatar o que realizaram, divulgar seus resultados e suas propostas de projeto, para a escola ou comunidade. O professor, em acordo com os alunos, poderá escolher a melhor maneira de realizar essa culminância, seja na forma de feira, exposição, publicação na internet de matéria ou vídeo etc.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

O ideal é uma proposta para a escola, para uma atividade empresarial ou para alguma residência. Em especial o professor e os estudantes podem pensar na pré-avaliação do uso de água, energia e matéria prima no local escolhido, analisando seu fluxo e a geração de resíduos, incluindo os custos. Outra hipótese é trabalhar **logística reversa**, por exemplo, de pilhas e de baterias.

Após esse levantamento inicial, pode ser escolhido um resíduo em especial para se estudar todo o seu fluxo desde a aquisição da matéria prima, água ou energia, e propor formas de redução do custo com sua aquisição e sua disposição. Por exemplo: no caso da água, existe a taxa sobre a aquisição dela, bem como a taxa de esgoto. Logo, uma redução no uso de água reduz o valor de ambos.

Finalmente, deverá ser avaliado o custo da melhoria proposta para a redução citada no parágrafo anterior, assim será possível avaliar a viabilidade econômica da proposta.

## Orientações para realização de atividades

Neste item, os alunos, sob a orientação do professor, deverão preparar uma proposta de produção limpa ou mesmo de P+L, que atenda alguma atividade, inclusive as atividades da própria escola, propondo soluções baseadas na metodologia aqui sugerida.

O foco pedagógico nesta atividade deve ser *“Planejamento, execução e avaliação de uma ação social e/ou ambiental que responda às necessidades e interesses a partir de uma situação problema que possa envolver uma avaliação dos impactos ambientais para a proposição de uma ação que implemente a gestão ambiental utilizando-se da produção limpa em sua escola.”*

Deverá também ser confeccionado material de divulgação e de sensibilização para ser utilizado junto à comunidade escolar, ou a outros locais em que seja pertinente.

## Orientações para a avaliação

A principal atividade deste item é a publicação do trabalho dos alunos, seja através de relatórios, apostilas, vídeo, cartazes, feiras, exposições, etc.

Sugerimos que a apresentação do projeto deva seguir a seguinte proposta de parâmetros extraídos da *Unidade Curricular Investigação Científica*:

### 1. Parâmetros para avaliação da conclusão

- a) Apresenta informações claras, coerentes e objetivas;
- b) Relaciona os dados obtidos ao objetivo e hipóteses enunciadas;
- c) Indica limitações e potencialidades da pesquisa;
- d) Evidencia as conquistas alcançadas com o estudo;
- e) Menciona que os resultados encontrados são baseados em dados e métodos científicos;
- f) Aponta conclusões para o problema apresentado.

### 2. Parâmetros relativos à comunicação/apresentação da pesquisa

- a) Coerência do conteúdo da apresentação com o documento textual;
- b) Qualidade, estrutura e criatividade do material de apresentação;
- c) Domínio e conhecimento do tema;
- d) Clareza, fluência e domínio do tema na exposição de ideias;
- e) Observância do tempo determinado para a apresentação.

## 7. Referências bibliográficas

ARAÚJO, A. F. de. A aplicação da metodologia de produção mais limpa: estudo de caso em uma empresa do setor de construção civil. **Dissertação de Mestrado**, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002. Disponível em: <http://gg.gg/yc67a>. Acesso em: 7 mar. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004. Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, NBR 9800/1987. Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário Disponível em: <http://gg.gg/y8kea>. Acesso em: 22 mar. 2022.

BRASIL. Resolução CONAMA 382 de 26 de dezembro de 2006.a Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Disponível em: [https://www.confor.com.br/upload/produtos/itens/resolucoes\\_conama\\_382-2006\\_20181120\\_142747.pdf](https://www.confor.com.br/upload/produtos/itens/resolucoes_conama_382-2006_20181120_142747.pdf). Acesso em: 07 fev. 2022.

BRASIL, Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010b: Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: DF, Casa Civil. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em 17 abr. 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Logística Reversa**. 2018.c Disponível em: <https://sinir.gov.br/logistica-reversa>. Acesso em 3 abr. 2022. c

BRASIL. LEI Nº 6.938, DE 31 DE AGOSTO DE 1981. Disponível em: <https://shorturl.at/ptyMQ>. Acesso em 22 mai. 2023.

CEBDS, 2005. Guia da Produção Mais Limpa. Disponível em: <http://gg.gg/ydp7u>. Acesso: 10 fev. 2022.



SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIAS LIMPAS - CNTL. **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. SENAI/RS, 2003. Disponível em: <http://gg.gg/ydp2z>. Acesso em: 1 abr. 2022.

MAGALHÃES, L. **Poluição**. Disponível em: <http://gg.gg/ydp19>. Acesso: 24 fev. 2022.

OLIVEIRA, C. Fábrica de agrotóxicos que matou 25 mil pessoas em Bhopal, na Índia, segue impune, 2020. Disponível em: <http://gg.gg/ydp80>. Acesso em: 17 mar. 2022.

PENA, R. F. **Aquecimento Global existe mesmo?** Disponível em:

<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/aquecimento-global-existe-mesmo.htm>. Acesso em: 24 mar. 2022.

PENSAMENTO VERDE. A história da poluição em Cubatão e como a cidade deixou de ser o “Vale da Morte”. 2014. Disponível em:

<https://www.pensamentoverde.com.br/sustentabilidade/historia-poluicao-cubatao-cidade-deixou-vale-morte/>. Acesso em 15 mar. 2022.

PERNAMBUCO, Governo do Estado de. Secretaria de Educação e Esportes. Currículo de Pernambuco Ensino Fundamental. 2021.

RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. Os fundamentos da Física. 9ª Edição. Vol. 2. Ed. Moderna. São Paulo, 2007.

ROLIM, M. M.; FRAIDENRAICH, N.; VILELA, O. C. Energia Solar na Produção de Gesso – Renovando Definições. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferência Latino-Americana da ISES – São Paulo, 18 a 21 set. 2012. Disponível em: <https://anaiscbens.emnuvens.com.br/cbens/article/view/2243>. Acesso em: 21 mar 2023.

SILVA, S. C.; COSTA Jr.; E. F., COSTA, A. O. S. Conceitos fundamentais da propriedade termodinâmica Exergia e exemplos de aplicação para análise de processos reais, 2012. Disponível em: <http://gg.gg/ycgh4>. Acesso em: 17 mar. 2022.

SPROVIERO, M. B. Entrevista a Jean Lauand, 10 jul. 2001, Disponível em: <http://gg.gg/yga1r>. Acesso em: 9 abr. 2022.

SECRETARIA EXECUTIVA DE DESENVOLVIMENTO DA EDUCAÇÃO  
GERÊNCIA GERAL DE ENSINO MÉDIO E ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL  
GERÊNCIA GERAL DE POLÍTICAS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO

TELLES, D. D'A. Resíduos Sólidos: gestão responsável e sustentável. São Paulo, Blucher, 2022.

### **Outras referências**

BRASIL. Lei N° 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso: 13 fev. 2022.

### **Vídeos**

Vídeo 1 - AULA 05 MÁQUINAS TÉRMICAS - MOTOR E REFRIGERADOR - CICLO DE CARNOT. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1Sy4CX2vkLE>. Acesso em: 6 abr. 2022.

Vídeo 2 - Aula 1 - Produção Limpa - Conceitos e Definições. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=DOJfNyiJqo0>. Acesso em: 11 abr. 2022.

Vídeo 3 - Construa um MOTOR MOVIDO A VELA (MOTOR STIRLING). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=egNrHP6pMUo>. Acesso em: 13 abr. 2023.