

**Uni-FACEF CENTRO UNIVERSITÁRIO MUNICIPAL DE FRANCA**

**EDNÉIA LIMONTI DE SOUSA TORMENA**

**ECONOMIA AMBIENTAL:**  
um estudo sobre os resíduos da cultura da cana-de-açúcar

**FRANCA**

**2019**

**EDNÉIA LIMONTI DE SOUSA TORMENA**

**ECONOMIA AMBIENTAL:**

um estudo sobre os resíduos da cultura da cana-de-açúcar

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresenta ao Uni-FACEF *Centro  
Universitário Municipal de Franca*, para  
obtenção do título de bacharel em  
Ciências Econômicas.

Orientador: Prof. Ms. Márcio Benevides  
Lessa.

**FRANCA**

**2019**

**EDNÉIA LIMONTI DE SOUSA TORMENA**

**ECONOMIA AMBIENTAL:**  
um estudo sobre os resíduos da cultura da cana-de-açúcar

Monografia apresentada ao Uni-FACEF  
*Centro Universitário de Franca* para  
obtenção do título de bacharel em  
Ciências Econômicas.

Franca, 19 novembro de 2019.

Orientador: \_\_\_\_\_

Nome: Prof. Ms. Márcio Benevides Lessa

Instituição: Uni-FACEF Centro Universitário de Franca

Examinador (a): \_\_\_\_\_

Nome: Profa. Dra. Ana Tereza Jacinto Teixeira

Instituição: Uni-FACEF Centro Universitário de Franca

Examinador (a): \_\_\_\_\_

Nome: Prof. Dr. Carlos Bruno Bettarello

Instituição: Uni-FACEF Centro Universitário de Franca

Dedico este trabalho ao meu esposo Sebastião Roberto Tórmena, pela dedicação, apoio, compreensão e, sobretudo pela fé depositada em mim durante todos esses anos de vida acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço:

- A Deus por iluminar minha vida, e sempre estender suas mãos nos momentos bons e nos de dificuldades, dando-me força e coragem para seguir;
- aos meus amigos, parentes e familiares;
- ao meu orientador, o Prof. Ms. Márcio Benevides Lessa, por acreditar e apoiar durante todo o desenvolvimento deste projeto; e
- aos meus filhos; Rafael Sousa Tórmena e Barbara Sousa Tórmena, pela colaboração.

*“Precisamos de tão pouco para sermos felizes.  
O problema é que precisamos de muita  
experiência para compreendermos isso.”*

Fernanda Montenegro

## RESUMO

TORMENA, Ednéia Limonti de Souza. *Economia ambiental: um estudo sobre os resíduos da cultura de cana de açúcar*. 60 f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso com Graduação em Ciências Econômicas - Uni-Facef – Centro Universitário Municipal de Franca, SP, 2019.

O presente trabalho traz uma reflexão sobre a economia ambiental, tendo como objetivo compreender como a geração de subprodutos, auxilia no processo produtivo e como os resíduos são reutilizados para diminuição dos impactos ambientais. Como o processo produtivo, que são a combinação de vários fatores para a produção de um produto final, sendo utilizado trabalho e capital, tendo seu início na revolução industrial. No processo produtivo, são utilizados elementos na fabricação de determinadas mercadorias, tanto para satisfazer as necessidades humanas como para movimentar a economia de um país, sendo o processo uma junção de fatores como terra, trabalho e capital, sob determinado padrão tecnológico e no fator capacidade empresarial, este muito importante para o desenvolvimento econômico, pois geram lucros. E paralelo aos lucros, gerou-se o processo de urbanização e vários problemas ambientais. E que a indústria canavieira, com a intenção de reduzir os impactos ambientais e aumentar a lucratividade, passou a reutilizar os subprodutos gerados na produção de açúcar e álcool. E apesar do esforço das indústrias na preservação ambiental e sendo controlada por fiscalizações, o uso contínuo da vinhaça como fertirrigação, pode ser prejudicial à águas profundas.

**Palavras-chave:** Revolução Industrial, processo produtivo, economia ambiental, impactos ambientais

## ABSTRACT

TORMENA, Ednéia Limonti de Souza. *Economia ambiental: um estudo sobre os resíduos da cultura de cana de açúcar*. 60 f. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso com Graduação em Ciências Econômicas - Uni-Facef – Centro Universitário Municipal de Franca, SP, 2019.

This paper brings a reflection on the environmental economy, aiming to understand how the generation of byproducts, helps in the production process and how the reused waste to reduce environmental impacts. As the productive process, which is the combination of various factors for the production of a final production, being used labor and capital, having its beginning in the revolutionary productive process, elements are used in the manufacturing of industrial. In certain commodities, both to satisfy human needs and to move the economy of a country, the process being a junction of factors such as land, labor and capital, under a certain technological standard and the factor entrepreneurial capacity, this very important for economic development, because they generate profits. And parallel to the profits, the urbanization process and several environmental problems were generated. And that the sugarcane industry, with the intention of reducing environmental impacts and increasing profitability, started to reuse the byproducts generated in sugar and alcohol production. And despite the efforts of industries in environmental preservation and being controlled by inspections, the continued use of vinasse as fertigation can be detrimental to deep water.

**Keywords:** Industrial Revolution, productive process, environmental economy, environmental impacts.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - As Quatro Revoluções Industriais .....	22
<b>Figura 2</b> – Evolução da Produção Industrial .....	24
<b>Figura 3</b> – Setores Econômicos e os Impactos Ambientais.....	27
<b>Figura 4</b> – Crescimento do PIB mundial nos últimos 2 mil anos.....	28
<b>Figura 5</b> - Ondas das inovações de Schumpeter.....	39
<b>Figura 6</b> - Modelo Circular da Economia .....	45
<b>Figura 7</b> - Modelo Circular do Balanço de Materiais.....	46
<b>Figura 8</b> - Esquema dos produtos e subprodutos da cana-de-açúcar .....	52

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1-</b> Características das Revoluções Industriais .....	16
<b>Quadro 2 –</b> As principais novas tecnologias.....	20
<b>Quadro 3 –</b> Configuração do fator trabalho .....	32
<b>Quadro 4 –</b> Fontes e Resultados do Processo Tecnológico.....	34
<b>Quadro 5 –</b> Fontes de Poluição .....	49
<b>Quadro 6 -</b> Principais resíduos da produção do açúcar e álcool .....	54
<b>Quadro 7 -</b> Composição da vinhaça e da cana de açúcar.....	55

## LISTA DE SIGLAS

AGEITEC	Agência Embrapa de Informação Tecnológica
ANA	Agência Nacional da Águas
APP	Área de Preservação Ambiental
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CORECON	Conselho Regional de Economia
CPS	<i>Cyber Physical Systems</i>
IA	Inteligência Artificial
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INOVAGRI	Instituto de Pesquisa e Inovação na Agricultura Irrigada
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
TIC	Tecnologia de Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS .....</b>	<b>16</b>
2.1 AS REVOLUÇÕES E OS IMPACTOS AMBIENTAIS .....	25
<b>3. PROCESSO PRODUTIVO .....</b>	<b>30</b>
3.1 RECURSOS PRODUTIVOS .....	30
3.1.1 Terra.....	31
3.1.2 Trabalho .....	31
3.1.3 Capital .....	32
3.1.4 Capacidade Tecnológica .....	33
3.1.5 Capacidade Empresarial .....	34
3.2 PROCESSO PRODUTIVO NA VISÃO DOS ECONOMISTAS.....	36
3.2.1 Karl Marx.....	36
3.2.2 Josef Aloj Schumpeter.....	38
3.2.3 Adam Smith.....	40
3.2.4 John Maynard Keynes.....	41
3.2.5 John B. Taylor .....	41
<b>4. ECONOMIA E MEIO AMBIENTE .....</b>	<b>43</b>
4.1 PROBLEMA ECONÔMICO .....	43
4.2 ECONOMIA E SISTEMA ECONÔMICO .....	43
4.3 DANOS AMBIENTAIS .....	48
4.3.1 Causas de danos ambientais .....	48
4.3.2 Fontes de danos ambientais .....	48
4.4 COMO A PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL IMPACTAM O MEIO AMBIENTE .....	49
4.4.1 Cana de açúcar no Brasil .....	50
4.4.2 Subprodutos da cana-de-açúcar .....	51
4.4.3 Fontes de poluição do solo.....	53
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>58</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas são as transformações percebidas a partir da Revolução Industrial, ocorrida nos países desenvolvidos nos séculos XVIII e XIX. Não apenas a forma de produzir se transformou mundialmente mas também as formas de explorar as riquezas naturais. Logo atingiu várias nações, proporcionando o crescimento econômico e as perspectivas de riqueza com prosperidade e qualidade de vida, reunidos com um grande uso de energia e de recursos naturais, causando a degradação ambiental em excesso. Gerou o processo de urbanização e vários problemas ambientais vieram com ela tais como: concentração populacional; consumo excessivo de recursos renováveis e não renováveis; contaminação da águas, solo e ar; desmatamentos, entre outros.

A tecnologia tem avançado simultaneamente com a industrialização, com isto, aumentando a pressão para que a indústria obtenha mais lucros e desempenho, explorando sem controle ou prevenção afetando diretamente o ambiente, gerando impactos ambientais negativos de difícil recuperação e muitas vezes irreversíveis.

Percebe-se que a ciência e a tecnologia desenvolveram-se muito rapidamente e a intensificação da atividade industrial tornou suas técnicas de produção cada vez mais sofisticadas passando a ocupar partes cada vez maiores do território físico comprometendo assim todo o ambiente.

Diante disto, propõem-se aqui, como objetivo discutir toda as mudanças causadas no meio ambiente, a partir da Revolução Industrial, como estas transformações no modo de produzir vem causando diversos problemas ambientais na atualidade, busca-se ainda refletir sobre como a sociedade e a área industrial vem se mobilizando e buscando soluções para mudança desta realidade observada.

Este trabalho tem o objetivo de compreender como a geração de subprodutos, auxilia no processo produtivo e como os resíduos são reutilizados para diminuição dos impactos ambientais. Esclarecendo a discussão do tema, economia ambiental, pois o mesmo homem que constroi tem a mesma capacidade de destruição. É interessante, verificar que as empresas não estão preocupadas se os seus produtos vão ser consumidos por toda população, mesmo porque o produto não é produzido especialmente para cada pessoa, isto é impossível. Mas sim, as

empresas estão preocupadas de como os seus produtos vão ser aceitos pela sociedade e com as responsabilidades sociais e ambientais.

Por problema de pesquisa demanda responder a questão: como destinar os resíduos gerados pelo desenvolvimento econômico, para preservação do Meio Ambiente? E como a indústria sucroalcooleira reutiliza os subprodutos, no qual a vinhaça reutilizada como fertirrigação do solo, mesmo sendo tratada, ao longo prazo pode poluir as águas profundas e a curto prazo prejudica os lençóis freáticos, devida a compactação do solo com o uso contínuo da vinhaça?

Possui metodologia bibliográfica e dissertativa, sendo dividido em três capítulos catalogados por referencias bibliográficas, numa sequência do início do processo produtivo até os dias atuais. O primeiro capítulo, traz informações das revoluções industriais. Onde, a primeira Revolução Industrial, teve seu início em 1760, na Inglaterra, devido a expansão do mercado mundial, a Inglaterra era grande exportadora de tecidos. Período marcado pela substituição dos produtos manufaturados para maquinofaturados, ou seja, todo trabalho que antes era produzido por uma única pessoa do começo ao fim da produção, passou a ser produzidos por várias pessoas com a ajuda de máquinas. Nesta época, com o aumento da produção industrial e o enriquecimento dos capitalistas, surgem também a exploração da mão-de-obra infantil e abusos à mulher. Paralelo ao aumento de investimento na industria, gera concentração da população nas cidades industriais, necessitando de mais uma classe social.

Já na segunda Revolução Industrial, em 1860, esses trabalhos seguem modelo taylorista, ou seja, sofrem processos de divisão e produção em larga escala. Na terceira Revolução Industrial, em 1960, surgiu o avanço das comunicações e introdução do sistema de tecnologia da informação. A quarta Revolução Industrial, década de 2000 até a atualidade, é marcada pela fusão das tecnologias e a interação dos domínios físicos, digitais e biológicos, no qual sistemas e máquinas são interligados , permitindo a possibilidade de um modelo de produção de personalização em massa, uma robótica avançada. No qual o Produto Interno Bruto (PIB) era contabilizado somente para o crescimento populacional, surgindo valorização a partir 1800.

O segundo capítulo, traz uma explanação sobre o processo produtivo e a visão de alguns economistas. O processo de produção, em seus fundamentos, dá-se pela mobilização combinada dos fatores terra, trabalho e capital, sob determinado

padrão tecnológico. E o fator mobilizador é a capacidade empresarial. Sendo relevante o processo de produção e consumo, no qual, o processo de consumo é objeto da teoria do consumidor, no qual evolui-se devido ao esforço de formação e reconstrução que resultou na teoria ordinalista do consumidor, ou seja, a satisfação em adquirir um bem e que sobrevive até os dias atuais.

No terceiro capítulo, refere-se ao fluxo circular da economia, onde: empresa x mercado x família, no qual um depende do outro, para o funcionamento e desenvolvimento da economia do país. E percebe-se, que o fluxo circular do meio ambiente, segue a mesma premissa, com diferencial que existem os resíduos. Em sua maioria, esses resíduos são gerados pela indústria. Hoje, a maioria dessas indústrias reutilizam os subprodutos gerados pelo principal produto da produção, para diminuição dos impactos causados ao meio ambiente.

E nas considerações finais, todo processo produtivo, desde do início na revolução industrial, gera um impacto ambiental. E esses impactos, sendo a curto prazo ou longo prazo, afeta o meio ambiente com danos que podem ser irreversíveis, no caso do poluente (vinhaça), subproduto originado da produção de cana-de-açúcar. Mesmo esse subproduto, sendo tratado antes de ser lançado no solo ele afeta mais rapidamente lençol freático (superfície do solo) e a longo prazo o aquífero, que são águas subterrâneas.

As indústrias canavieiras, realizam a rotação de cultura, para conservação e características do solo, ocorrendo o descanso, pois cada cultura tem uma espécie de raiz, umas profundas e outras rasas. Mas a utilização da vinhaça como fertirrigação, mesmo melhorando a qualidade da cultura, ocorre compactação do solo.

## 2. AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS

Este capítulo tem como objetivo realizar uma breve análise da trajetória das quatro revoluções tecnológicas ou quatro revoluções industriais e seus impactos, no qual o processo produtivo foi inserido.

A Revolução industrial foi um conjunto de mudanças que aconteceram na Europa nos séculos XVIII e XIX. A principal particularidade dessa revolução foi a substituição do trabalho artesanal pelo assalariado e com o uso das máquinas.(SOHISTORIA, 2019).

De acordo com o site Sóhístória, o período que antecede à Revolução Industrial, toda a população consumia o que produzia e todo processo produtivo era de maneira artesanal.

Observa-se que apesar de a produção ser artesanal, países como a França e a Inglaterra, possuíam manufaturas, sendo essas produzidas em grandes oficinas, onde diversos artesãos realizavam as tarefas manualmente, subordinados ao proprietário da manufatura.

No quadro a seguir permite uma visão sintetizada das principais características das revoluções tecnológicas ou revoluções industriais desde o século XVIII até o século XXI.

**Quadro 1-** Características das Revoluções Industriais

REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	PERÍODO	CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS
<b>PRIMEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL</b>	1760-1840 séc.XVII e XIX	- Máquina a vapor; - Substituição da produção artesanal pela produção fabril; - Tear mecânico.
<b>SEGUNDA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL</b>	1860-1900 séc. XIX e XX	- Energia elétrica; - Petróleo; - Sistema de produção taylorista-fordista-divisão do trabalho manual e intelectual; - Automação e produção em massa; - Linha de montagem móvel.
<b>TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL</b>	1960-1990 Até final século xx	- Surgimento da informática e avanço das comunicações; - Surge a sociedade do conhecimento; - Sistema de produção flexível; - Tecnologia da informação (TI) e computação
<b>QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL</b>	século XXI década de 2000	- Internet móvel, sensores menores e poderosos; - Fusão das tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos; - Sistemas e máquinas inteligentes, conectados possibilitando um modelo de produção de personalização em massa; - Robótica avançada.

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Schwab (2016).

A primeira Revolução Industrial, teve início na Inglaterra, no século XVIII, devido a invenção da máquina a vapor, criada em 1712, por Thomas Newcomen, aperfeiçoada por James Watt em 1769. Conforme o desenvolvimento tecnológico e industrial a burguesia fortaleceu-se como classe social dominante economicamente, garantindo o desenvolvimento da economia inglesa na direção do capitalismo, causando grandes modificações nas relações de trabalho e no sistema de produção, com o surgimento das indústrias têxteis e fortalecimento do processo da formação do capitalismo.

A primeira revolução tecnológica, que é reconhecida como Revolução Industrial ou Primeira Revolução Industrial, ocorreu na segunda metade do século XVIII (aproximadamente entre 1760 e 1840) tendo a Inglaterra como nação pioneira. Seu maior símbolo é a utilização da energia a vapor, extraída do carvão vegetal, como fonte energética básica, em substituição às formas tradicionais de energia mais utilizadas até então, quais sejam, energia movida a tração animal e energia hidráulica. Além da transição para a energia a vapor, costuma ser muito enfatizada a introdução de máquinas e equipamentos, transformando em mecânicos processos até então artesanais ou manuais, que dependiam da força muscular.(MACHADO, GALVÃO JÚNIOR, 2018, p. 2).

Essa Revolução foi marcada pela substituição da energia produzida pelo homem por energias provenientes de outras fontes como: a vapor, a eólica e a hidráulica. Ocorreu, também, a substituição da produção artesanal (manufatura) pela industrial (maquinofatura) e novas relações de trabalho.

Para Machado e Galvão Júnior (2018), o que marcou na primeira revolução industrial é a disseminação da divisão do trabalho, aspecto que não escapou à rápida visão do economista Adam Smith (1776), que a ela dedicou os capítulos iniciais de sua célebre obra intitulada *A Riqueza das Nações*, publicada em 1776. Smith sustentava que a riqueza de uma nação depende da produtividade do trabalho e da proporção de trabalhadores que se empregam de maneira produtiva.

Esse grande aumento da quantidade de trabalho que, em consequência da divisão do trabalho, o mesmo número de pessoas é capaz de realizar, é devido a três circunstâncias distintas: em primeiro lugar, devido à maior destreza existente em cada trabalhador; em segundo, à poupança daquele tempo que, geralmente, seria costume perder ao passar de um tipo de trabalho para outro; finalmente, à invenção de um grande número de máquinas que facilitam e abreviam o trabalho, possibilitando a uma única pessoa fazer o trabalho que, de outra forma, teria que ser feito por muitas (SMITH, 1983, p. 67).

A segunda Revolução Industrial, iniciou-se entre os séculos XIX e XX, fase dos avanços tecnológicos e aperfeiçoamentos das tecnologias já existentes, aumentando os lucros e incentivos às pesquisas, principalmente, na área da medicina.

Ainda de acordo com Machado e Galvão Júnior (2018), essa revolução tecnológica ocorreu cerca de um século depois da primeira e é simbolizada pela substituição da energia a vapor pela eletricidade e pelo petróleo como fontes energéticas básicas e pelo advento da linha de montagem, que favoreceu a produção em massa.

As principais invenções dessa época: uso do petróleo como fonte de energia, o motor a combustão, a eletricidade, os motores elétrico e o aço.

O ferro é substituído pelo aço como matéria prima da indústria de base. E o vapor é substituído pela eletricidade como fonte de energia para a indústria. A energia elétrica foi essencial na Segunda Revolução Industrial e, nesse sentido, destacamos a lâmpada elétrica incandescente de 1879 do inventor, cientista e empresário americano Thomas Edison, autor de uma afirmação muito reproduzida: 'Minhas invenções são um por cento de inspiração e noventa e nove por cento de transpiração'. (MACHADO; GALVÃO JÚNIOR, 2018, p. 1).

A terceira Revolução Industrial, que se propagou na segunda metade do século XX, é constituída, pelas tecnologias voltadas à busca, geração, processamento e transmissão de informações e pela engenharia genética.

Nessa fase, surgiu a biotecnologia, meios de amenizar ou resolver problemas causados pela ação do homem, robótica e avanços na área da genética e telecomunicações. Todo o desenvolvimento proporcionado pelos avanços tecnológicos, originou-se a globalização, interação social, econômica e cultural entre as diferentes regiões do planeta.

Essa Terceira Revolução Industrial, caracterizada, pelo surgimento do primeiro computador (1943) e do primeiro robô (1948) para automatizar a produção, portanto, pelo uso crescente dos computadores, cujo tamanho foi se reduzindo aceleradamente, é muitas vezes associada ao fenômeno da globalização da economia .(MACHADO, GALVÃO JÚNIOR, 2018).

A quarta Revolução Industrial, também chamada de Indústria 4.0, e que se iniciou nas primeiras décadas do século XXI.

Segundo Klaus Schwab (2016, p. 11), na Introdução da sua obra:

Imagine as possibilidades ilimitadas de bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder de processamento, recursos de armazenamento e acesso ao conhecimento sem precedentes. Ou imagine a assombrosa profusão de novidades tecnológicas que abrangem numerosas áreas: inteligência artificial (IA), robótica, a internet das coisas (IoT na sigla em inglês), veículos autônomos, impressão em 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, para citar apenas algumas. Muitas dessas inovações estão apenas no início, mas já estão chegando a um ponto de inflexão de seu desenvolvimento, pois elas constroem e amplificam umas às outras, fundindo as tecnologias dos mundos físico, digital e biológico.

Segundo Schwab (2016), quando ocorre uma mudança tecnológica nesta proporção é normal a resistência de algumas pessoas que procuram minimizar a importância das alterações em curso, afirmando que não passa de exagero compará-las com as revoluções tecnológicas anteriores ou revoluções industriais passadas.

As tecnologias digitais, fundamentadas no computador, software e redes, não são novas, mas estão causando rupturas à terceira revolução industrial; estão se tornando mais sofisticadas e integradas e, conseqüentemente, transformando a sociedade e a economia global (SCHWAB, 2016,p.16).

Na Quarta Revolução Industrial está ocorrendo a convergência dos mundos biológico (Tecnologia digital aplicada à genética), digital (Internet das coisas ou plataformas digitais) e físico (Impressão em 3D ou robótica avançada), por exemplo, um robô cozinheiro.

## Quadro 2 – As principais novas tecnologias

Tecnologia	O que faz
Inteligência Artificial	Permite que os sistemas aprendam sem necessidade de programação. É usada na identificação facial e de voz, em veículos autônomos e na automação de processos e serviços.
Robótica	Produz robôs para a automação de atividades a custos decrescentes.
Biotecnologia	Usa organismos vivos na produção de medicamentos, nutrientes químicos, combustíveis e materiais diversos.
Neurotecnologia	Implanta equipamentos eletrônicos nos organismos, com potencial de melhorar o monitoramento da saúde e o tratamento de doenças e de ampliar a capacidade cognitiva.
Blockchain	Registra transações financeiras em um arquivo digital de forma distribuída, imutável, transparente e auditável. Também pode ter outros usos, como monitoramento de cadeias de fornecimento, de registros e de certificações diversas.
Internet das coisas	Conecta máquinas, eletroeletrônicos, veículos, produtos ou qualquer coisa, inclusive pessoas à internet. É utilizada em diversos setores, na gestão das cidades e residências.
Impressão em três Dimensões (3D)	Permite a produção de qualquer coisa, com o uso de qualquer material, em um sistema de pequena escala.

**Fonte:** MAGALHÃES, VENDRAMINI (2018, p. 43).

Segundo Vermulm (2019), as inovações tecnológicas na Quarta Revolução Industrial surgiram várias inovações tecnológicas, a seguir algumas delas:

- Inteligência artificial (IA): é área da computação que permite que máquinas tomem decisão autonomamente. Para tanto é necessário dispor de grandes bases de dados, capacidade de processamento de informações e computação em nuvem. A inteligência artificial viabiliza que produtos e processos produtivos tomem decisões sem a interferência humana.
- Robótica: os robôs são equipamentos de automação industrial controlados automaticamente, podendo ser programados e reprogramados a distância e com maior ou menor grau de autonomia, isto é, sem a necessidade de intervenção humana. Robôs mais avançados são equipados com diferentes dispositivos e

programas, que permitem a tomada de decisão diante de alterações das variáveis consideradas no processo de produção, e podem interagir com os trabalhadores engajados em um determinado processo produtivo.

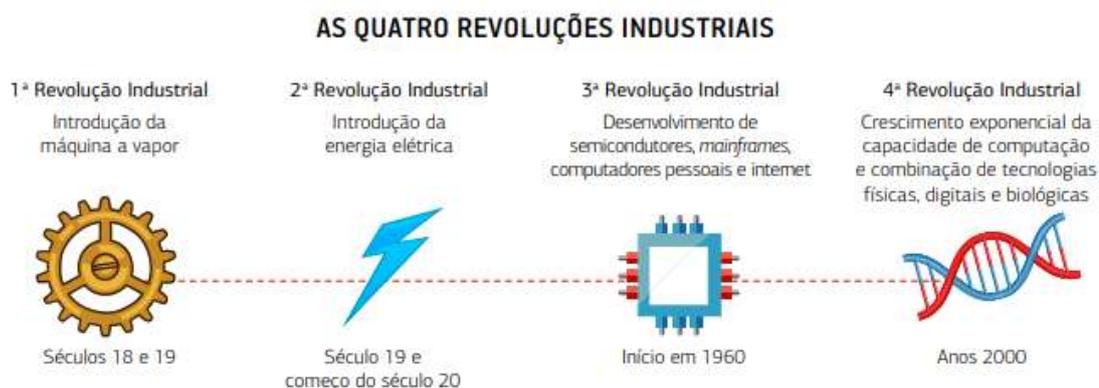
- Internet das coisas (*Internet of Things* - IoT, em inglês); são sistemas, compostos por hardwares e softwares que viabilizam a interligação e a comunicação entre objetos, podendo ser máquinas e equipamentos conectados entre si ou bens de consumo conectados com outros produtos.
- Veículos autônomos (carros, caminhões, aviões e barcos sem motoristas).
- Computação em Nuvem: os serviços de computação em nuvem utilizam computadores, servidores e toda infraestrutura necessária para processar e armazenar bases de dados. Essa infraestrutura é compartilhada e acessada através da internet, a partir de diversos dispositivos de acesso, tais como computadores, tablets e celulares.
- Big Data: processamento e armazenamento de grandes bases de dados estruturados e não estruturados. Dispor de dados passou a ser muito importante para o tratamento computacional com o objetivo de analisar processos e tomar decisões, mesmo que apenas uma parte dos dados seja analisada. Dispor de grandes bases de dados também está na base da automação digital e da robotização de processos industriais nas quais os robôs autônomos tendem a assumir maior relevância.
- CPS (*Cyber Physical Systems* - Sistemas Ciberfísicos, em português).
- Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC), sem fio: são sistemas constituídos por equipamentos, dispositivos, componentes e por softwares que viabilizam a comunicação de voz e de dados sem fio. Essas tecnologias permitem grande mobilidade dos agentes dos processos produtivos, permitindo tanto a comunicação intraplanta industrial, como corporativa, integrando diferentes sites

da empresa, como extrafirma, ao possibilitar a comunicação entre empresas.

- Aplicativos de Economia Compartilhada (Uber, Airbn, Alibaba, Cabify, etc.).

A Quarta Revolução Industrial das três revoluções industriais anteriores são a velocidade, a amplitude e a profundidade das inovações tecnológicas; além da fusão de tecnologias e a interação entre os domínios físicos, digitais e biológicos no setor industrial. (MACHADO, GALVÃO JÚNIOR, 2018. p. 6).

**Figura 1 - As Quatro Revoluções Industriais**



**Fonte:** MAGALHÃES, VENDRAMINI (2018, p. 43).

Para os autores Machado e Júnior (2018), o que é mais surpreendente dessa mudança é o perfil das ocupações, que começam a ser substituídas pela automação, como atividades intensivas em mão de obra nas indústrias de eletrônicos, confecções e construção civil, além de trabalhos qualificados no setor de serviços. O uso de inteligência artificial em instituições financeiras, escritórios de advocacia, corretoras de imóveis, agências de viagem, empresas de contabilidade, de telecomunicações e de mídia e até mesmo nos serviços públicos deverá eliminar os empregos de grande parte da classe média. Alguns especialistas têm uma visão otimista dessas mudanças e acreditam que novas ocupações e oportunidades de negócios poderão abrigar os futuros desempregados da tecnologia, porém as competências necessárias serão novas. O trabalho humano que superará ainda por algum tempo o das máquinas será aquele baseado na criatividade, no empreendedorismo e na inovação.

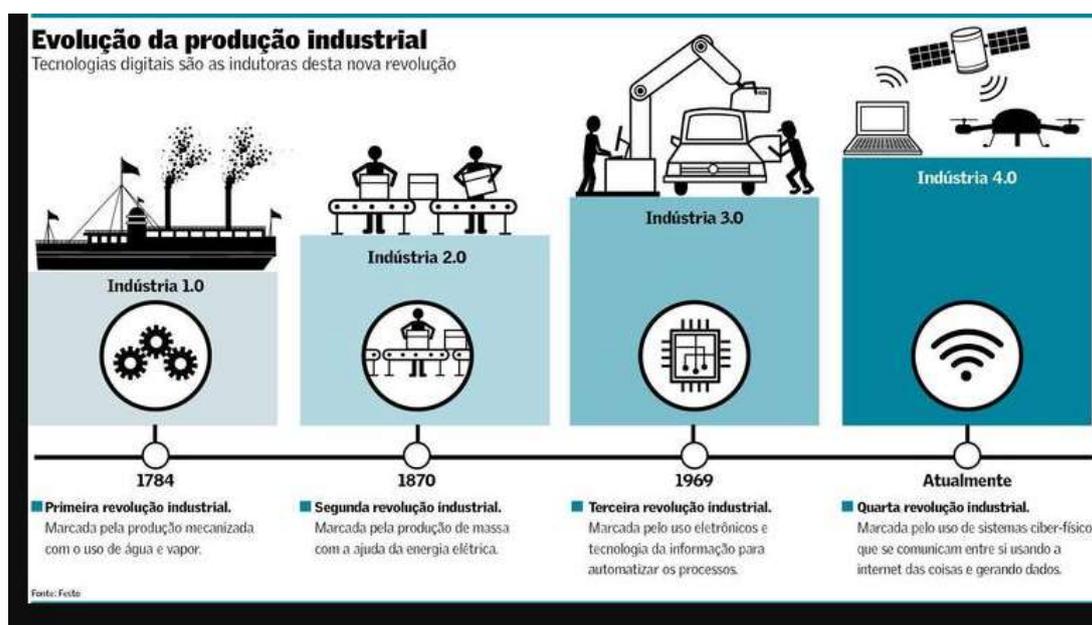
Alguns princípios ocorrem nesta nova tecnologia, são eles:

- A capacidade de realizar as operações em tempo real: a instalação de sensores nas máquinas promove a tomada de decisões de forma rápida e instantânea.
- Virtualização dos meios de produção: uma cópia virtual da linha de produção permite que o sistema de controle seja monitorado a distância.
- Modularidade: é a produção sobre demanda, através de módulos de produção.
- Orientação a serviços: possibilidade do cliente, através de um dispositivo móvel, customizar um produto ou emitir uma ordem de serviço para a empresa.

A indústria está em transformação a uma velocidade nunca antes vista, impulsionada pelo desenvolvimento e utilização de tecnologias facilitadoras, cada vez mais evoluídas e ágeis. A transformação será transversal, apesar de alguns setores assumirem a liderança, como é o caso da indústria automobilística, tecnológica e biológica. (COELHO, 2016).

Segundo o autor, esta revolução está a provocar alterações profundas, não só na indústria, mas também na sociedade, na economia, nos valores, na forma como nos relacionamos, como escolhemos os produtos e serviços, compra ou aluguel, economia partilhada, inovação colaborativa, manufatura aditiva, as redes sociais, as plataformas digitais, entre outras. O mundo anda a velocidades diferentes, aumentando cada vez mais o buraco entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento, entre indústria de vanguarda e as outras, é preciso entender as oportunidades e os riscos de forma a criar vantagem competitiva.

**Figura 2 – Evolução da Produção Industrial**



Fonte: MAGALHÃES, VENDRAMINI (2018, p. 43).

“A Indústria 4.0 é a transformação abrangente de toda a esfera de produção industrial por meio da fusão da tecnologia digital e de Internet com a indústria convencional”. (MERKEL apud MAUÉS, 2017).

O Brasil em busca de produtividade e competitividade no mercado internacional tem um desafio grande, de dar o salto tecnológico para a chamada “indústria 4.0”. Mas o cenário traz oportunidade adicional para as indústrias: oferecer serviços relacionados à digitalização de máquinas e equipamentos. (VALOR ECONÔMICO, 2018).

A Indústria 4.0 tem seguimento da prática dessas diferentes tecnologias, que se integram para a geração de soluções específicas segundo a prioridade e a programação de cada empresa. O fato é que existem inúmeras possibilidades de combinações dessas tecnologias para a resolução de problemas concretos colocados pela produção industrial. Apesar do potencial de geração de grandes impactos sobre a atividade industrial, nem todas as tecnologias que dão

suporte à Indústria 4.0 são novas. Algumas já são utilizadas pela produção industrial, tais como sistemas modernos de gestão, automação eletrônica de processos produtivos e robotização, comunicação móvel, sensores e atuadores etc.

## 2.1 AS REVOLUÇÕES E OS IMPACTOS AMBIENTAIS

Refletir sobre a Revolução Industrial e as consequências para o meio ambiente é fundamental compreender todas as alterações vistas no momento atual, após esta revolução o homem deixa para trás a velha forma de produzir manualmente seus produtos substituindo a mão de obra humana pelas máquinas. Assim, muitas são as modificações observadas socialmente e em termos ambientais após a transformação no método de produção e consumo, indicando que a tecnologia vem exigindo cada vez mais exploração do espaço e dos recursos naturais disponíveis. A mudança de hábitos e o forma de produzir utilizada pelo homem deve ser alterada, diante disso, diversas empresas estão atendendo a padrões mundial de emissão de gases para diminuir as agressões que o ambiente vem sofrendo. Objetiva-se portanto, discutir a relação entre a Revolução Industrial e as alterações ambientais presenciadas desde então.

Logo atingiu vários espaços pelo planeta, promovendo o crescimento econômico e as perspectivas de riqueza com prosperidade e qualidade de vida, acompanhados de um grande uso de energia e de recursos naturais, provocando a degradação ambiental em demasia. Vários problemas ambientais vieram com a urbanização tais como: concentração populacional; consumo excessivo de recursos renováveis e não renováveis; contaminação da águas, solo e ar; desmatamentos, entre outros.

Uma outra característica da sociedade industrial é o crescimento acelerado das cidades. Nessas mudanças de hábitos, o homem ao ser substituído pela máquina, evadiu-se da zona rural para deslocar-se para cidade em busca de novas oportunidades, iniciando o processo de urbanização, no qual, houve um crescimento descontrolado das cidades gerando o processo de urbanização, que de acordo com Spósito (1996) se deu a partir da intensificação da produção industrial, tornada viável tanto ao capital acumulado, como pelo desenvolvimento técnico-científico a que se denomina Revolução Industrial.

A urbanização tomou ritmos muito marcantes. O aumento de concentração populacional e industrialização trazem sérios riscos ao meio ambiente urbano e rural, que alteram o intercâmbio orgânico entre o homem e a natureza impedindo principalmente à volta a terra dos resíduos da produção e do consumo que poderiam reconstruir a fertilidade, gerando todo o tipo de poluição.

A deterioração dos ambientes urbanos e rurais é consequência de um modelo de desenvolvimento elencado no crescente aumento da produção, do consumismo, da fartur e do desperdício, iniciados com a formação do modo capitalista de produção início do século XV, e acirrado com o advento da Revolução Industrial século XVIII e a formação da sociedade industrial urbana séculos XIX e XX, que ameaçam a sobrevivência das gerações futuras. Dentre as principais consequências desse modelo de desenvolvimento podemos citar: alterações climáticas; alterações do solo; assoreamento dos rios e lagos; aumento da temperatura da Terra; erosão do solo; desertificação; escassez de água potável; perda da biodiversidade; poluição do ar, da água, do solo, sonora, visual; redução da camada de ozônio; exclusão social. (SILVA, 2007).

As novas tecnologias podem contribuir para tornar a produção industrial mais eficiente, com redução de uso de recursos naturais, de geração de resíduos e de consumo de energia.

A conectividade também pode promover uma gestão mais eficiente de uso de materiais e criar ciclos circulares por meio da reciclagem, como vem acontecendo com empresas como Philips, IBM, Cisco, GE e AGCO. Por outro lado, as novas tecnologias, ao reduzir os custos de produção e distribuição, podem induzir a um grande aumento de consumo, gerando impactos ambientais negativos. (MAGALHÃES, VENDRAMINI, 2018).

Os impactos das tecnologias da Indústria 4.0 são variados e podem ser divididos entre impactos sobre os processos de produção e sobre os produtos. Em outra dimensão, podem ser classificados em impactos sobre a empresa industrial ou sobre toda a cadeia produtiva na qual se insere a empresa industrial.

Na primeira proporção (produtos e processos produtivos), é importante observar que os impactos serão diferenciados dependendo de a indústria ser de processos contínuos de produção ou processos discretos, também chamados de manufatura ou indústria de montagem. Nos processos contínuos não há interrupção dos fluxos de produção, entrando a matéria-prima no início do processo juntamente

com demais insumos e resultando em um ou mais produtos ao final da produção. Exemplo de indústria de processo contínuo de produção é a de bens intermediários, tais como siderurgia e química. Geralmente são indústrias de capital intensivas, sob o comando de empresas com grande faturamento, que trabalham com elevadas escalas de produção, movimentando também altos volumes de matérias-primas e outros insumos. No caso do Brasil esse segmento industrial está entre aqueles que se encontram mais próximos da tendência mundial de produção, já com elevada automação eletrônica de processos de produção.

De outro lado está a manufatura ou indústria de montagem na qual a produção pode ser interrompida em várias de suas etapas. O produto final resulta da montagem de partes, peças e componentes que podem ser inseridos no produto já pré-montados. A indústria automotiva, a indústria de máquinas e equipamentos, de vestuário, de calçados são alguns exemplos. Nesse segmento industrial convivem empresas de diferentes tamanhos, com variada intensidade de capital e de escala de planta industrial. As cadeias produtivas destas indústrias geralmente são mais complexas e mais extensas, agregando um conjunto bastante diferenciado de fornecedores. (VERMULM, 2019).

**Figura 3** – Setores Econômicos e os Impactos Ambientais



**Fonte:** Adaptado de ANDRADE, TACHIZAWA, CARVALHO (2002, p. 45).

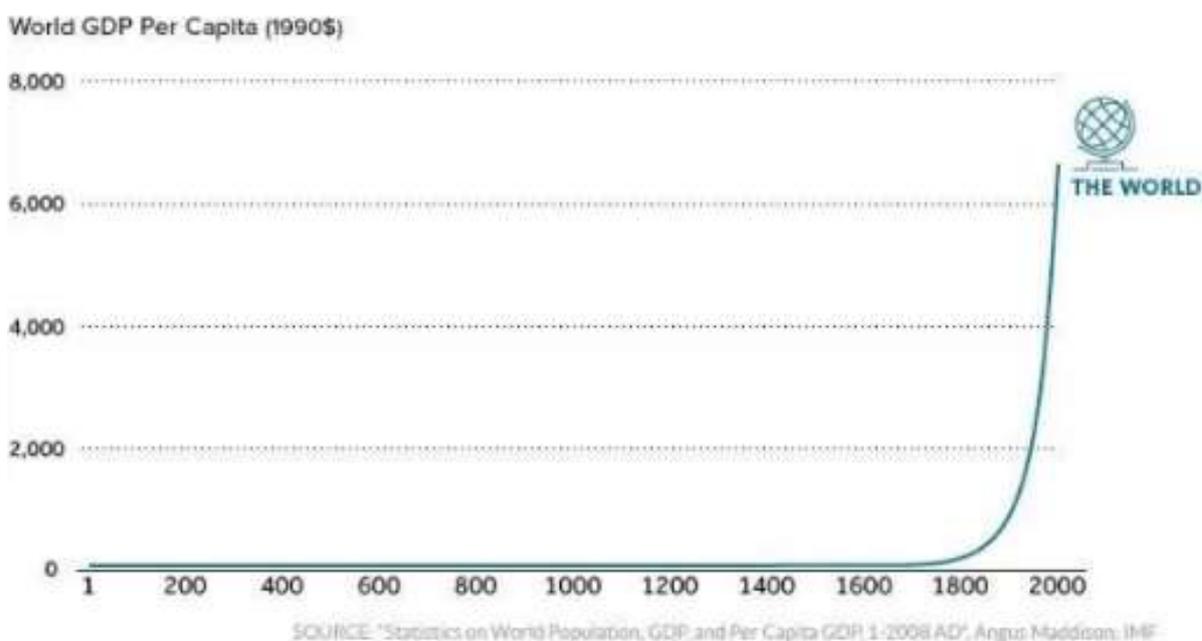
Segundo Hawken, Lovins e Lovins (1999), após a Revolução Industrial, teve como conseqüências desequilíbrios sociais, exploração predatória e escassez dos recursos naturais e mudanças climáticas. O sistema capitalista contemporâneo baseia-se no aumento do acúmulo de bens materiais, como padrões de bem-estar humano e dessa forma, os sistemas vivos ficam em detrimento do poder econômico: se há escassez de algum recurso, ele é substituído por outro. Porém, é convincente

que a população da Terra cresça e, uma vez que o planeta não cresce junto, há um limite do meio ambiente que sustenta a vida. A solução que se apresenta é a ascensão de uma nova revolução industrial, que promova a economia sustentável, baseada no capitalismo natural, no qual o ecossistema entra como valor ativo de capital e há um aumento radical da produtividade dos recursos.

## 2.2 O PIB

O Produto Interno Bruto, também conhecido como PIB, é o principal medidor do crescimento da economia de uma cidade, região, estado, país, ou grupo de nações. O cálculo é feito com base nos valores de todos os serviços e bens produzidos dentro de uma região definida e em um determinado período. O cálculo do PIB foi criado por Simon Kuznets próximo dos anos 1930, com o propósito de mensurar o quanto uma nação era grande economicamente rica. (CZIMIKOSKL, 2015).

**Figura 4** – Crescimento do PIB mundial nos últimos 2 mil anos



Fonte: CALEIRO (2017).

Por muitos anos, o crescimento da economia era somente uma função do crescimento da população. O desenvolvimento rápido é algo mais recente e de

ligação direta com as rápidas inovações tecnológicas, sendo necessárias para não ocorrer a estagnação das indústrias.

O PIB foi modernizado pelo britânico Richard Stone, em 1937, deixando-o mais claro e concreto e chegou ao Brasil em 1948, tendo sua responsabilidade do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE). A principal fórmula para o cálculo do PIB é a soma do consumo privado (C), investimento total feito na região, estado ou país (I), gastos do governo (G) e exportações (X) deduzidas das importações (M); em suma:

$$\text{PIB} = \text{C} + \text{I} + \text{G} + (\text{X} - \text{M}).$$

São contabilizadas a produção industrial, agropecuária, serviços, o consumo das famílias, os gastos do governo, o investimento das empresas.

### 3. PROCESSO PRODUTIVO

Segundo Rossetti (2003), o processo de produção, define-se por los resultantes do emprego, juntamente com os cinco fatores de produção. A intensidade de como se dá o emprego de cada um deles e as diferentes categorias de produtos, resultam em dois critérios de classificação das atividades produtivas: primárias, compreende a agropecuária, caracteriza-se pelo fator terra. Secundárias, compreende as indústrias e construção. E as atividades terciárias, que compreende a prestação de serviço, caracterizada pelo fator trabalho.

Os economistas consideram que o funcionamento do sistema econômico está focalizado em dois processos básicos: o processo de produção e o de consumo. Para a microeconomia, a análise do processo de consumo é objeto da teoria do consumidor, no qual evolui-se devido ao esforço de formação e reconstrução que culminou na teoria ordinalista do consumidor, ou seja, a satisfação em adquirir um bem e que sobrevive até os dias atuais.

Os recursos produtivos, também denominados fatores de produção, são elementos utilizados no processo de fabricação dos mais variados tipos de mercadorias as quais, por sua vez, serão utilizadas para satisfazer necessidades. (PASSOS, NOGAMI, 1999, p. 12).

Para a formação de bens e serviços importantes à satisfação das necessidades humanas, requer o emprego de recursos produtivos, força de trabalho ou fatores de produção. O fator de produção de trabalho se refere às condições físicas e intelectuais dos seres humanos que influencia no processo produtivo. Ou seja, é todo esforço humano, físico e mental, consumido na produção de bens e serviços. E respectivamente, são as seguintes as denominações desses fatores de produção: terra, trabalho, capital, tecnologia e empresariedade. (PASSOS, NOGAMI, 1999, p. 13).

#### 3.1 RECURSOS PRODUTIVOS

Da relação de recursos que os sistemas econômicos estimulam no desencadeamento do processo de produção, as reservas naturais ou o fator terra,

formam a base sobre a qual se realizam as pressões e as atividades dos demais recursos.

Recursos naturais, conforme Rossetti (2003), são todos os bens produzidos pela natureza: água, energia solar, o ar, rochas, minerais, o solo, vegetais e outros. Sendo, renováveis: são aqueles que embora utilizados pelo homem, não se esgotam, ou seja, são capazes de se auto renovar. Por exemplo a energia solar, água, ar e os vegetais. E os não renováveis, são aqueles que, uma vez esgotados, não mais se renovam, ou seja, não podem mais ser repostos. Por exemplo: petróleo, carvão mineral, ferro, ouro e o urânio. As reservas naturais, renováveis ou não, encontram-se na base de todo processo de produção (ROSSETTI, 2003, p. 92).

### 3.1.1 Terra

Em economia, o termo terra é usado em sentido amplo, indicando não só a terra cultivável e urbana, mas também os recursos naturais que contém: o solo, subsolo, as águas, clima, flora, fauna, sol e outros.

O exemplo de recurso produtivo Terra, para os autores, Passos e Nogami (1999), compreende não só o solo utilizado para fins agrícolas, mas também o solo utilizado na construção de casas, estradas e outros. E que esses elementos variam dependendo de como são extraídos. E que vale destacar é que a quantidade de recursos naturais são limitada.

### 3.1.2 Trabalho

O fator trabalho, é o nome dado a todo esforço físico, humano e mental, despendido na produção de bens e serviços, constituindo o trabalho no sentido econômico.

Sabendo que, dependendo do número da população, há um limite para este fator, em relação à quantidade e que é relevante também a qualidade do trabalho. Às vezes, duas pessoas que trabalham oito horas por dia, não produzem na mesma proporção. Por essa razão, em qualquer lugar do mundo, a qualidade e força de trabalho são limitados, sendo limitado também o fator produtivo trabalho. (PASSOS, NOGAMI, 1999).

Para Rossetti (2003), o fator trabalho é definido pela parcela economicamente mobilizável da população total do país. E o mesmo divide-se em dois subconjuntos: ativo e inativo.

**Quadro 3** – Configuração do fator trabalho

<b>POPULAÇÃO</b>	<b>CONFIGURAÇÃO</b>
Não mobilizável (inativo)	Desempregados Involuntários/Voluntários
Economicamente mobilizável (ativo)	Empregados, Empregadores, Autônomos

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de Rossetti (2003, p. 105).

No Quadro 3, traz além da distribuição por faixas etárias, a subdivisão da parcela economicamente mobilizável entre ativos e inativos. A população ativa, apresenta em três categorias: empregadores, empregados e autônomos, observando que o número de empregados tende a ser maior, principalmente nos países de alta renda., no qual os mercados de trabalho e seus instrumentos são organizados e mais efetivos.

Segundo Rossetti (2003), uma parcela da população economicamente mobilizável, fica à margem do processo produtivo, sendo a parcela economicamente inativa. A inatividade pode ser voluntária ou involuntária. O desemprego involuntário, resulta da incapacidade da economia em manter ou ampliar as condições para o trabalho. Já o desemprego voluntário resultam das opções de vida e outros fatores da sociedade.

### 3.1.3 Capital

O capital compreende, segundo Rossetti (2003), o conjunto das riquezas acumuladas pela sociedade, destinadas à produção de novas riquezas. Esse conjunto inclui: máquinas, equipamentos, ferramentas e instrumentos de trabalho. E há os subconjuntos

Este é o fator de produção que mais qualifica ou melhora o resultado do bem final. Diferente do uso comum para a palavra capital (utilizada como quantia

de dinheiro), quando se fala no fator de produção Capital estamos falando do conjunto de estruturas que a sociedade dispõem para a produção de fato. Máquinas, prédios e equipamentos podem ser considerados.

Capital ou bens de capital, pode ser definido como um conjunto de bens fabricados pelo homem e que não destinam à satisfação das necessidades através do consumo, mas que são utilizados no processo de produção de outros bens. (PASSOS, NOGAMI, 1999, p.14).

Conforme os autores Passos e Nogami (1999), o capital inclui todos edifícios, tipos de equipamentos, estoques de materiais dos produtores, incluindo bens inacabados ou acabados, e que podem ser utilizados na produção de bens. Alguns exemplos: matérias primas, computadores, máquina, usinas, estradas de ferro, instalações, ou seja, todo material usado na fabricação de bens e serviços.

Normalmente, quando fala-se em capital, logo lembra-se em dinheiro, ações e outros, sendo considerados como capital financeiro e não constituem a riqueza e sim direitos a ela.

#### 3.1.4 Capacidade Tecnológica

A capacidade tecnológica é o conjunto de conhecimentos e habilidade intelectuais ou não que dão sustentação ao processo de produção. A capacidade tecnológica se divide em três categorias: a capacidade de pesquisa e desenvolvimento (invenção), a capacidade de desenvolver e implantar projetos de novos processos ou produtos (inovação) e a capacidade para operar as atividades de produção propriamente ditas.

A capacidade tecnológica é um conjunto de conhecimentos e habilidades, é o elo de ligação entre o capital, a força de trabalho e o fator terra. Isto significa que as novas habilidades ou novos conhecimentos acumulados estão simultaneamente incorporados aos bens de capital e ao conjunto das capacitações da força de trabalho. (ROSSETTI, 2003, p. 131).

Segundo o autor, essas habilidades e conhecimentos que abrangem esse fator de produção são classificados em três categorias:

- P&D: Pesquisa e Desenvolvimento; é a fonte de capacidade tecnológica, que tem a função de armazenar, processar, interpretar, interagir e fundir conhecimentos técnico-científico,

- Capacitação para desenvolver e implantar projetos, de novos processos ou de novos produtos, passagem da invenção à inovação, segundo a diferenciação conforme esplanas Schumpeter,
- Capacitação para operar as atividades de produção.

A primeira categoria, envolve habilidades e conhecimentos para atividades de pesquisa básica e aplicada. Os cientistas e técnicos, que reúnem as capacitações para os procedimentos das invenções e talentos para engenhar protótipos, tanto de nos processos e produtos. Sendo que, as invenções destacam pela descoberta de novas formas ou fontes de energia, de novos materiais, de novos produtos e processos. Já as inovações referem-se à incorporação das novas descobertas ao fluxo corrente de produção da sociedade,

A segunda categoria, envolve habilidades e conhecimentos para acessar as tecnologias já existentes.

A terceira categoria, envolve requisitos necessários à operação dos projetos implantados, sendo atividade de manutenção, planejamento e controle da produção, otimização de processos, aperfeiçoamento de lay-out e de controle de qualidade.

#### Quadro 4 – Fontes e Resultados do Processo Tecnológico

FONTES	RESULTADOS APARENTES
Gastos com P&D.	Numeros de inovações introduzidas no mercado.
Numeros de instituições envolvidas com P&D.	
Numeros de pessoas envolvidas com atividades de P&D.	Velocidade de mudança nos materiais, processos e produtos.
Invenções patenteadas.	Inovações e mudanças efetivamente assimiladas.
Contratos de licenciamento firmados.	

Fonte: ROSSETTI (1999, p.135).

#### 3.1.5 Capacidade Empresarial

A capacidade empresarial também é um fator de produção, pois o empresário exerce funções fundamentais para o processo produtivo. É a capacidade empresarial que organiza a produção, reunindo e combinando os outros recursos produtivos e assumindo todos os riscos inerentes à elaboração dos bens e serviços.

E é o empresário que colhe os lucros ou prejuízos, no qual independente da função que exerce, é necessário para a economia (PASSOS, NOGAMI, 1999).

A descoberta e a exploração dos recursos naturais, a mobilização da população em produzir, a escolha de bens de capital, a definição dos padrões tecnológicos que são empregados. A união desses fatores de produção, presume a existência da capacidade de empreendimento.

O termo empreendedor é de origem francesa – entrepreneur. Originalmente, abrangia as funções do inventor, do planejador, do construtor, do administrador e do empregador, mas não as de provedor de capital, nem as de quem corre riscos. Somente com o surgimento do capitalismo liberal é que se estabeleceu uma distinção clara entre aqueles que executavam funções técnicas e aqueles que se ocupavam de funções empresariais (ROSSETTI, 2003, p. 140).

Segundo Rossetti (2003), as características, as funções e papéis do empreendedor são condicionadas por concepções ideológicas e depende da atuação da postura ética, no qual independentemente de concepções e posturas, nenhuma economia deve desconceber a capacidade empresarial como fator de produção. Independente, dos propósitos e resultados, a capacidade empresarial estará sempre presente quando se mobilizam fatores de produção.

O processo de produção, em seus fundamentos, dá-se pela mobilização combinada dos fatores terra, trabalho e capital, sob determinado padrão tecnológico. E o fator mobilizador é a capacidade empresarial. Existe um conjunto de qualificações que os diferenciam em relação aos contingentes economicamente mobilizáveis, segundo Rossetti (2003), a saber:

- Ter visão estratégica, orientada para o futuro, capaz de antever novas realidades e seus desdobramentos;
- Ter baixa aversão aos riscos inerentes ao ambiente de negócios;
- Ter espírito inovador, abrindo novas fronteiras, propondo soluções;
- Ter sensibilidade para farejar oportunidades de investimento ou reunir e processar informações que os levam a descobri-las;
- Ter energia suficiente para implantar projetos de empreendedorismo, animando os investidores;
- Ter acesso aos outros quatro fatores de produção, bem como capacidade para combiná-los e motivá-los, levando adiante os projetos implantados;

- Ter capacidade de organizar o empreendimento, adquirindo fatores necessários.

Ainda para o autor, a capacidade empresarial é o mais importante dos fatores de produção, pois a busca por lucros, elementos motivadores ligados à produção e distribuição de bens e serviços, é a principal força do processo econômico, sendo a capacidade empresarial a energia mobilizadora da economia.

## 3.2 PROCESSO PRODUTIVO NA VISÃO DOS ECONOMISTAS

Conforme visão dos economistas relacionados, o processo produtivo passa por várias etapas para produzir um determinado produto. Sendo todos os fatores relevantes para que o processo se concretize.

### 3.2.1 Karl Marx

Para Karl Marx (1984), o processo de produção é uma sequência do processo de trabalho, sendo a utilização da força de trabalho o próprio trabalho.

No processo de trabalho, participam o homem e a natureza. Põe em movimento as forças naturais de seu corpo, braços e pernas, cabeça e mãos, a fim de apropriar-se dos recursos da natureza, imprimindo-lhes forma útil à vida humana.

O operário trabalha sob o controle do capitalista, onde, zela para que o trabalho seja realizado perfeitamente, evitando desperdícios de matéria-prima e para que o instrumento de trabalho na proporção exigida pelo emprego de trabalho. Marx, relaciona a natureza como forma humana.

Uma aranha executa operações semelhantes às do tecelão, e a abelha supera mais de um arquiteto ao construir sua colméia. Mas o que distingue o pior arquiteto da melhor abelha é que ele figura na mente sua construção antes de transformá-la em realidade.(MARX, 1984, p.10).

No final do processo do trabalho aparece o resultado que já existia na imaginação do trabalhador.

E o processo de trabalho, enquanto processo de consumo da força de trabalho pelo capitalista, apresenta dois fenômenos; o operário, que trabalha sob o controle do capitalista e o produto, que pertence ao capitalista, ou seja, dono do dinheiro.

E o produto é o valor de uso, no qual é propriedade do capitalista, que paga pelo valor diário da força de trabalho, logo, o seu uso lhe pertence, como é o método de trabalho até nos dias atuais. No qual, os elementos importantes para o processo de trabalho, são: o próprio trabalho (realizado pelo operário), o objeto de trabalho (produto a ser trabalhado pelo operário, matéria-prima, sendo: a substância principal do produto ou a contribuição de um componente) e por fim, os meios de trabalho (meios usados na preparação do produto.)

Para Marx (1984), quando um produto é utilizado como meios de produção, outros valores de uso são incorporados a ele, pois de um produto origina-se produto para outra produção, sendo não apenas o resultado, mas também condição do processo de trabalho. Marx, diz que, um mesmo produto, serve de meio de trabalho e de matéria-prima e cita como exemplo: a engorda do gado. O boi é a matéria-prima e o instrumento de produção de adubo.

Conforme Marx (1984), no processo de produção, o produto, é um valor de uso e que o capitalista não é movido pelo amor ao produto e sim pensando, que o produto é um valor de troca, ou seja, um produto destinado à venda (mercadoria) e que incorporados com a força de trabalho e o tempo gasto na produção da mercadoria aos meios de produção, fazendo com que essa mercadoria seja valorizada, originando um valor excedente, mais valia.

Para o autor, o que proporcionou o aumento da produção e com isso a diminuição dos preços foi o aumento da exploração da mais-valia, com o acentuado trabalho de homens, mulheres e até mesmo de crianças no processo de produção.

À medida que a maquinaria torna a força masculina dispensável, ela se torna o meio de utilizar trabalhadores sem força muscular ou com desenvolvimento corporal imaturo, mas com membros de maior flexibilidade. Por isso, o trabalho de mulheres e de crianças foi a primeira palavra de ordem da aplicação capitalista da maquinaria. (MARX, 1984, p. 75).

Conforme Marx (1984), com a introdução das máquinas, depreciou a força de trabalho do homem, logo, houve um aumento de mulheres operárias da indústria.

Sendo assim,, a diferença entre trabalho manual e máquina está na forma como o trabalho é criado: no trabalho manual não há divisão do trabalho em manual e intelectual, o trabalhador sabe como fazer o produto todo, estabelece a duração, a forma e o preço da mercadoria por ele fabricada. Quando, porém, são

montadas as fábricas e os trabalhadores vão trabalhar nelas, coloca-se a prova todo o sistema baseado na junção entre trabalho manual e intelectual, o que ocorre quando se introduz a máquina.

Com a introdução da máquina, o trabalhador não dominará mais seu tempo de trabalho e nem seu saber sobre o produto todo, devido à divisão do trabalho ocasionada pela mesma. A máquina não exigirá mais a habilidade do trabalhador que terá seu trabalho privado e desqualificado. De acordo com Marx (1984), o processo de alienação do homem se dá através do estranhamento deste em relação ao produto de seu trabalho, da necessidade produtiva que antes era para atender suas necessidades vitais e depois tornou-se obrigatória.

A maquinaria passou a existir porque pessoas foram desapropriadas do seu trabalho, do seu saber, de seu lazer, etc. Sobre isto, Marx (1984) escreve:

A máquina, da qual faz parte a Revolução Industrial, substitui o trabalhador, que maneja uma única ferramenta, por um mecanismo, que opera com uma massa de ferramentas iguais ou semelhantes de uma se vez, e que é movimentada por uma única força motriz qualquer que seja sua força.(MARX, 1984, p. 10).

O ser humano passou a viver em função deste sistema, o qual precisa excluir de seus benefícios, boa parte da população para continuar se mantendo. E é deste modo que a teoria de Marx se manteve a mostrar a diferença entre trabalho e capital, para fundamentar as bases em que se assenta o capitalismo. Marx, contudo, passou boa parte de sua vida exilado na Inglaterra e sua teoria foi sempre excluída, pois coloca à prova todo sistema capitalista de produção, mas, em contradição, continuará existindo enquanto houver capitalismo.

### 3.2.2 Josef Aloj Schumpeter

Para Schumpeter, o ciclo econômico se dá através de inovações, que é melhor aplicada em uma invenção. E que essa invenção é a descoberta de um novo processo de produto ou serviço. E o papel do empreendedor, para o autor, neste processo de inovação é fundamental para todo de evolução capitalista e em seus aspectos dos ciclos econômicos.

Segundo Schumpeter, esses empreendedores serão bem sucedidos se a inovação render lucros atrativos. Porém, atrai também os concorrentes, que

segundo Shapiro, chama de “enxame de imitadores”, como mostra o esquema a seguir:

**Figura 5 - Ondas das inovações de Schumpeter**



Fonte: MOTA (2016).

As ondas de inovação são ciclos de expansão e retração do sistema Capitalista e Schumpeter descreve o processo onde a inovações mais recentes substituem as inovações mais antigas como destruição criativa.

Entende-se que diante de uma inovação, o empreendedor lança seu produto. Todo investimento se dá a ascensão, crescimento, expansão de um determinado produto. Ao alcançar o alge da expansão, ocorre o ‘boom’, no qual foi utilizado todo investimento necessário e sucessivamente a expansão da economia. Neste ápice, ocorre a introdução dos concorrentes, havendo o aumento da oferta e diminuição da demanda, passando a ter o recesso na economia. O que faz com que uma expansão chegue a um fim? Em essência, é o fato de que o processo de se introduzir inovações no sistema atinge um ponto em que tem um temporário (SHAPIRO,1978, p.568).

À medida que as inovações tecnológicas ou as modificações introduzidas nos produtos antigos são absorvidas pelo mercado e seu consumo se generaliza, a taxa de crescimento da economia diminui e tem início um processo recessivo com a redução dos investimentos e a baixa da oferta de emprego. A alternância entre prosperidade e recessão, isto é, a descontinuidade no aumento de produção, é vista por Schumpeter, dentro do contexto do processo de desenvolvimento econômico, como um obstáculo periódico e transitório no curso normal de expansão da renda nacional, da renda per capita e do consumo.

A prosperidade foi alimentada pelos gastos de investimento associados à inovação, porém, em dado momento, a oportunidade de se investir na nova área começará a declinar. Para cada inovação sob a forma de um novo bem de consumo, é uma simples questão de tempo até que novas fabricas, necessárias para produzir aquele bem, sejam construídas. Esta inovação terá, então, provido os gastos de investimento a serem esperados de sua implantação. Assim, os gastos de investimentos em geral, quer incorridos para produzir um bem novo, reduzir custos ou abrir novos mercados, quer para desenvolver novas fontes de suprimento, terão, eventualmente, sido feitos, e os desejado bens de capital comprados. (SHAPIRO, 1978, p. 570).

O que diferencia Schumpeter de outros economistas, é que ele adota a teoria endógena, que sustentam os seus próprios mecanismos internos das economia capitalistas, que dão origem a novos ciclos autogeradores, que se mantêm sozinhos.

Para Schumpeter o desenvolvimento econômico nos mostra como se trata das crises e como sua teoria cita sobre como os empresários abrem novos negócios mas não a partir do antigo ou seja ele não nasce do velho ele nasce por si mesmo inovando o mercado e alguns até fazem os antigos fechar . As condições nas quais os empresários que deixam de lado as condições econômicos e sociais da economia . Os efeitos de novas empresas sobre as antigas e sobre como a situação econômica é estabelecida , tendo em consideração que o novo não nasce do velho.

Como surgimento de novos empresários acarreta novas mudanças nesse cenário como novos investimento ao surgir um empresário vão surgindo outros eles implicam em novas formas de preços crescentes novos empresários vão nascendo assim impulsionando o desenvolvimento econômico e assim organizando o processo tecnológico e comercial.

### 3.2.3 Adam Smith

Em sua obra, *A Riquezas das Nações* (1723-1790), Smith, explica a diferença de produtivo e não produtivo. Ao produzir um valor de uso, produto produtivo, acrescenta valor ao objeto, os valores do materiais com que trabalha, manutenção e lucros dos capitalistas. E o não produtivo, Smith, cita o exemplo de um serviçal, que não acrescenta valor algum. “Um homem enriquece empregando uma multidão de operários e torna-se pobre mantendo uma multidão de serviçais” (SMITH,1983).

Conforme Smith (1983), os operários produtivos, agregam valores aos produtos produzidos, fazendo com que os capitalistas aumentem seus lucros. No qual, fixa a realidade em uma mercadoria vendável e ao contrário dos serviços, claro não desmerecendo seus trabalhos, mas que no processo produtivo não agrega valor.

#### 3.2.4 John Maynard Keynes

Sua teoria é baseada nos níveis de consumo e investimento do governo, das empresas e dos próprios consumidores. Seguindo essa premissa, que quando as empresas investem menos, ocorre um processo de retração da economia, surgindo a crise.

Segundo Keynes, para o impedimento da crise, seria a intervenção do Estado, para manter o equilíbrio da economia. No qual, o governo deve-se aplicar grandes remessas de capital na realização de investimentos para aquecer a economia e o interessante seria que o governo também concedesse linhas de créditos a baixo custo, garantindo a realização de investimentos do setor privado. Logo, aumentaria os níveis de emprego, pleno emprego. (KEYNES, 1948).

#### 3.2.5 John B. Taylor

O modelo Taylorismo predominante nas sociedades industriais do século XX, corresponde a uma situação histórica determinada em última instância pela ampliação dos mercados e aumento da produção em massa e capitalismo monopolista. E trouxe vários benefícios para os trabalhadores como: possibilidade de dobrar os salários, sensação de acolhimento e valorização, redução considerável na jornada de trabalho, remuneração dos dias de descanso. Para os empregadores, trouxe: melhor qualidade dos produtos, ambiente organizacional agradável e redução de custos de produção.

O Taylorismo, então, pode ser considerado como uma forma de controle, por parte do Capital, sobre os processos produtivos e operacionais nos quais o conhecimento, a habilidade e a experiência por parte do trabalhador era relevante. Os processos e o empregado, passavam a ser controlados pela gerência através dos estudos dos tempos e movimentação para a produção, que eram introduzidos de forma exterior e alienados ao operário (MORAES NETO, 1989).

O desenvolvimento da indústria e, conseqüentemente, das necessidades de maior produção, mais rapidez e intensidade no trabalho e maiores margens de lucratividade levaram a um aumento da apropriação da força de trabalho e das formas de organização e gestão que pudessem otimizar e controlar melhor todos os processos. (RUFINO, 2005).

Para a autora, o surgimento do modelo taylorista está ligado à realidade que estava sendo construída, principalmente nos países de maior demanda industrial durante os séculos XIX e XX. A especialização criada para abastecer esta demanda, a Engenharia de Produção, mostrou-se importante na implementação e desenvolvimento do modelo. Os desdobramentos em novas formas de gestão, principalmente no pós-guerra (1945), trouxeram outras contribuições para que os processos pudessem ser mais flexibilizados, mas a idéia básica de aumento da produtividade e da lucratividade ainda permanece. O trabalhador foi chamado para participar da organização, mas suas responsabilidades permanecem restritas ou individualizadas. (RUFINO, 2005).

## 4. ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

Os autores Thomas e Callan (2016), mencionam que existe uma questão surpreendente da teoria econômica, é que ela explica o comportamento de consumidores, empresas e as decisões que definem o mercado. Sendo, a mesma premissa, utilizada para analisar os problemas ambientais.

Os problemas ambientais surgem por decisões tomadas tanto por cidadãos comuns como por empresas. Consumo e produção necessitam dos recursos naturais, e ambas as atividades geram subprodutos que podem poluir o meio ambiente, significando, que as providências imprescindíveis que conduzem uma atividade econômica estão ligados aos problemas ambientais. (CALLAN, THOMAS, 2016).

### 4.1 PROBLEMA ECONÔMICO

O problema econômico de toda e qualquer sociedade, está na escassez, por isso a necessidade de estudar economia. A escassez só existe para satisfazer as necessidades humanas em consumir os diversos tipos de bens (alimentos, roupas, casa e outros) e serviços (transporte, assistência médica e outros). E os mesmos são limitados, no qual, os recursos produtivos (máquinas, fábricas, terras, matérias-primas e outros) à disposição da sociedade e que são utilizadas na produção de diferentes tipos de produtos são insuficientes para produzir o volume de bens necessários para satisfazer os gostos e anseios das pessoas. (PASSOS, NOGAMI, 1999).

A escassez surge decorrente da necessidade de escolha, pois não se pode produzir tudo que as pessoas desejam, mas sim devem ser criados mecanismos que auxiliem as sociedades a decidir quais os bens serão produzidos e quais necessidades atendidas. Logo, a escassez é a preocupação da Ciência Econômica, no qual, deve ser utilizada de maneira racional e eficiente.

### 4.2 ECONOMIA E SISTEMA ECONÔMICO

Entendendo o sentido econômico da escassez, parte-se então para definição de economia.

Em termos etimológicos a palavra 'economia' vem do grego oikos (casa) e nomos (norma, lei). Teríamos então, a palavra oikonomia, que significa a administração de uma unidade habitacional (casa) podendo também sendo entendida administração da coisa pública ou de um Estado. (PASSOS, NOGAMI, 1999, p. 4).

No caso das Ciências Econômicas, estuda-se as maneiras pelas quais os diferentes tipos de sistemas econômicos administram seus limitados recursos, com a finalidade de produzir bens e serviços, objetivando satisfazer as ilimitadas necessidades da sociedade e se os recursos são limitados, então a administração desses recursos tem que ser feita de maneira cuidadosa, racional e eficiente. E a economia como Ciência Social, estuda como a sociedade se empenha na produção, troca e consumo de bens e serviços. Sistema econômico é a forma de como a sociedade está organizada para desenvolver as atividades econômicas de produção, circulação, distribuição e consumo de bens e serviços. (PASSOS, NOGAMI, 1999, p.5).

A economia opera seguindo um conjunto de regras e regulamentos, ou seja, as empresas precisam ter licenças específicas para produzir e vender seus produtos, os trabalhadores devem ser registrados em carteira, os economistas formados e com registro no Conselho Regional de Economia (CORECON), sendo algumas regras existentes em nossa economia. No qual, todas as leis, regulamentos, práticas e costumes ocupados em conjunto, e suas relações com os agentes econômicos (empresas, famílias – que são unidades domiciliares de consumo e governo), constitui um sistema econômico. (PASSOS, NOGAMI, 1999).

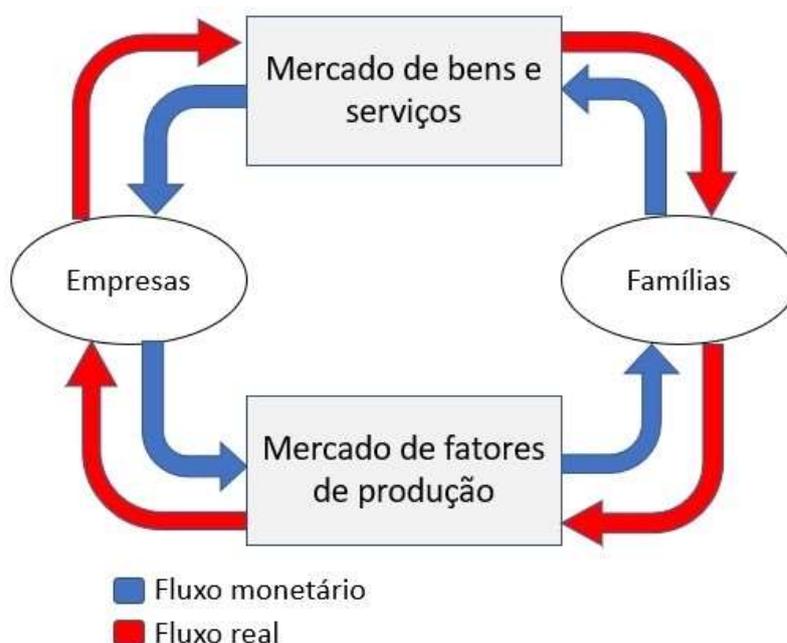
A relação entre atividade econômica e meio ambiente é a mesma que fundamenta a teoria econômica, conforme fluxo circular, no qual a interação entre estes agentes (família e empresa) acontecem em dois mercados diferentes:

Mercado de bens e serviços: onde as empresas oferecem bens e serviços, que são adquiridos pelas famílias;

Mercado de fatores de produção: fatores como o trabalho, terra ou capital, oferecidos pelas famílias, que são contratados ou adquiridos pelas empresas.

Economia fechada e sem governo, no qual as empresas geram bens e serviços através de fatores de produção, que vêm das famílias, por meio de receita de vendas de bens e serviços a elas. As famílias são consumidoras dos bens e serviços das empresas, pagando tais itens com a renda que as empresas conseguem ao adquirir insumos das famílias. (CALLAN, THOMAS, 2016).

**Figura 6 - Modelo Circular da Economia**



**Fonte:** DICIONÁRIO FINANCEIRO, 2019.

Sendo assim, as hipóteses do fluxo circular de renda mostram os principais atores do gráfico do fluxo circular de renda. Nele, apresentam-se os fluxos real e monetário indo em sentidos opostos. Através desse gráfico, é possível compreender o fluxo de oferta e demanda que aquece a economia. Sendo os dois setores do mercado, famílias (consumidores) e empresas (produtores). As famílias fornecem recursos de produção para o mercado de fatores, em que são requisitados pelas empresas para produzir bens e serviços. Os produtos produzidos são inseridos no mercado de produto, que são consumidos pelas famílias.

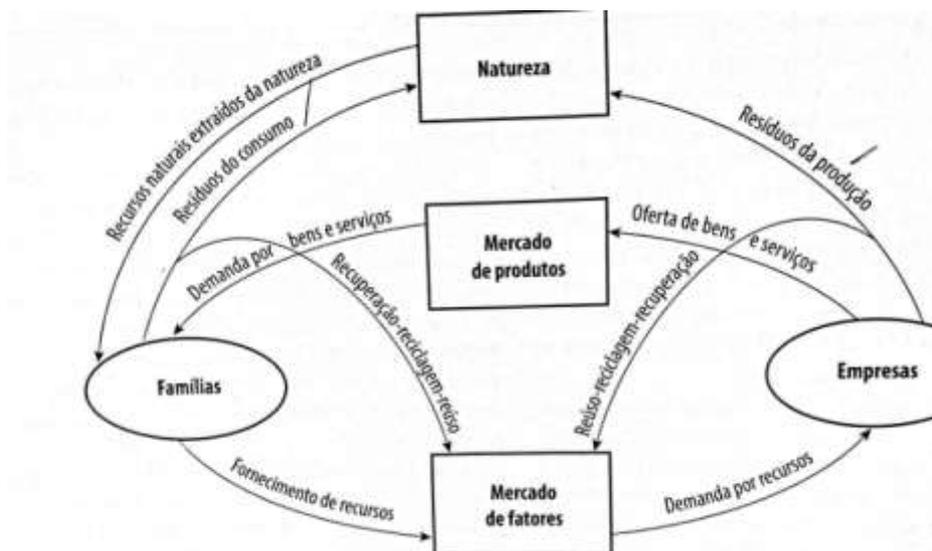
Conforme os autores Callan e Thomas (2016), no sentido horário, encontra-se o fluxo do dinheiro, no qual a troca de insumos no mercado de fatores constitui um fluxo de renda para as famílias. Esse fluxo representa custos incorridos

pela empresa e por interferência do mercado de produtos indica como as despesas assumidas pelas famílias que obtém bens e serviços são receitas para a empresa.

Agora pense como o volume de atividades econômicas e o tamanho do fluxo são influenciados por fatores como crescimento demográfico, mudança tecnológica, produtividade da mão-de-obra, acúmulo de capital e fenômenos naturais, como seca e enchentes. Por exemplo, mantendo todo o resto constante, o avanço tecnológico certamente expandiria a capacidade produtiva da economia, o que resultaria no aumento do fluxo. De modo similar, o crescimento demográfico levaria a maior demanda por bens e serviços, o que resultaria em maior produção, e por sua vez, em um fluxo circular ainda maior. (CALLAN, THOMAS, 2016, p. 4).

Conforme a operação do fluxo circular, percebe-se que há uma movimentação da economia, portanto, não demonstra ligação entre atividade econômica e meio ambiente.

**Figura 7 - Modelo Circular do Balanço de Materiais**



Fonte: CALLAN, THOMAS, 2016, p.7.

O modelo de fluxo circular deve ser expandido para permitir uma representação do funcionamento dos mercados, no qual existe dois fluxos de saída de resíduos, que cada um vem dos setores do mercado, evidenciando que resíduos surgem de ambas atividades (consumo e produção), sendo a principal preocupação da economia ambiental, pois é possível atrasar mas não evitar o lançamento dos resíduos no meio ambiente, por meio de recuperação, reciclagem e reutilização.

Sendo, que a premissa da economia ambiental é justamente essa preocupação com o fluxo de resíduos que migram da atividade econômica para o meio ambiente.

A contribuição da Ciências Econômicas é fornecer ferramentas que ajudam explicar as interações de mercado e meio ambiente. E é definido por duas disciplinas: economia de recursos naturais e economia ambiental. (CALLAN, THOMAS, 2016).

- Economia de recursos naturais: fluxo de recursos da natureza em direção à atividade econômica.
- Economia ambiental: fluxo da atividade econômica em direção ao meio ambiente, explanando como as matérias-primas que incorporam no sistema econômico, que retornam para natureza em forma de subprodutos ou resíduos.

Conforme Silva e Lessa (2012), um exemplo de subproduto, vem da indústria da cana de açúcar, como o bagaço da cana, utilizado como combustível nas unidades geradores de vapor e para gerar energia utilizada na moagem; a vinhaça, usada como fertilizante na irrigação da lavoura e a levedura, utilizada como insumo na indústria de alimentos e de ração animal.

“Os resíduos, quantidade de poluente que permanece no meio ambiente após a ocorrência de um processo natural ou tecnológico” (CALLAN, THOMAS, 2016, p.6), e em sua maioria encontra-se em forma de gases (dióxido de carbono) que é liberado na atmosfera e a curto prazo não são prejudiciais. Também existem os resíduos líquidos (águas descartadas pela indústria) e sólidos (lixos urbanos), no qual, todos representam ameaças à saúde e a natureza. Mesmo quando recuperados, a transformação de resíduos em bens recicláveis ou reutilizados é apenas temporária.

Conforme, a primeira “[...] lei termodinâmica, lei de conservação de energia, no qual, matéria e energia não podem ser criadas e destruídas” (CALLAN, THOMAS, 2016, p.6). Isso significa que a longo prazo, o fluxo de materiais e resíduos gerados das atividades econômicas, voltam para a natureza. Em relação às matérias-primas que são utilizadas no processo produtivo, as mesmas são convertidas em outras formas de matéria e energia, sendo transformadas em novas mercadorias e não serão descartadas como resíduos.

E conforme, a segunda lei termodinâmica, demonstra que a capacidade da natureza para transformar matéria e energia não é limitada. Durante a transformação de energia, parte dela se torna inutilizável, ou seja, não está disponível para utilização em outros processos. (CALLAN, THOMAS, 2016).

### 4.3 DANOS AMBIENTAIS

O papel da economia ambiental é identificar e resolver o problema dos danos ambientais relacionados ao fluxo de resíduos, mas a solução para o dano ambiental depende da identificação das causas e fontes. (CALLAN, THOMAS, 2016).

#### 4.3.1 Causas de danos ambientais

Primeiro tem que identificar quais são as substâncias que estão causando o dano ambiental, se são poluentes naturais ou antropogênicos.

Poluentes naturais surgem de processos não artificiais da natureza, tais como partículas de erupções vulcânicas, névoa salina dos oceanos e pólenes. Poluentes antropogênicos são introduzidos pelo homem e incluem todos os resíduos associados ao consumo e à produção. Exemplos incluem os gases de combustão e resíduos químicos gerados a partir de certos processos industriais. (CALLAN, THOMAS, 2016, p.9).

Sem dúvida, os poluentes antropogênicos, são os mais preocupantes para os economistas ambientais, pois estão associados à ação humana.

#### 4.3.2 Fontes de danos ambientais

Identificados os danos, próximo passo é determinar as fontes poluidoras, no qual, são muitas e variadas causadas desde a fabricação de automóveis até os aterros sanitários. Como as fontes poluentes são variadas, normalmente são classificadas por categorias amplas e significativas à criação de políticas de desenvolvimento. Conforme o ambiente são divididas em fonte estacionária ou móvel (mobilidade) e fonte pontual ou não pontual (identificabilidade).

Fonte estacionária, geradora de poluição com localização fixa. Fonte móvel, qualquer fonte de geradora de poluição não estacionária. Fonte pontual, qualquer fonte individual de onde são liberados os poluentes. Fonte não pontual, uma fonte que não pode ser identificada de maneira precisa e degrada o meio de forma difusa e indireta por uma ampla área. (CALLAN, THOMAS, 2016, p. 9).

Conforme os autores, para melhor entendimento observe o quadro abaixo:

**Quadro 5 – Fontes de Poluição**

<b>FONTES AGRUPADAS POR MOBILIDADE</b>		
<b>TIPO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>EXEMPLOS</b>
Estacionária	Uma fonte geradora de poluição localizada em um local fixo	Usinas termelétricas que queimam carvão, estações de tratamento de água e esgoto, unidades de produção industrial
Móvel	Qualquer fonte não estacionária de poluição	Automóveis, caminhão, aeronaves.
<b>FONTES AGRUPADAS CONFORME IDENTIFICABILIDADE</b>		
Pontual	Qualquer fonte individual de onde são liberados poluentes	Chaminé de fábrica, cano de esgoto, um navio.
Não Pontual	Uma fonte que não pode ser precisamente identificada e degrada o meio ambiente de uma forma difusa e indireta sobre extensa superfície.	Deflúvios (escoamento) superficiais agrícolas e urbanos.

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de Callan e Thomas (2016, p. 10).

Sendo que o poluente natural, não é prejudicial ao meio ambiente. Já o poluente antropogênico, é o que preocupa, pois o mesmo homem que constrói, também destrói, no qual esses resíduos são associados ao consumo e a produção.

#### 4.4 COMO A PRODUÇÃO NA INDÚSTRIA CANAVIEIRA NO BRASIL IMPACTAM O MEIO AMBIENTE

A seguir, o presente trabalho tem a função de compreender como o desenvolvimento econômico, durante o processo produtivo, poderá afetar a natureza, indicando de como a indústria canavieira, reutiliza seus subprodutos gerados a partir da produção do açúcar e álcool e como são descartados no meio ambiente.

#### 4.4.1 Cana de açúcar no Brasil

As primeiras mudas de cana-de-açúcar chegaram no Brasil, pelas mãos de Martim Afonso de Souza, que comandou a primeira expedição de colonização do território brasileiro, ação desejada pela coroa portuguesa como forma de proteger o litoral do Brasil das invasões estrangeiras.

A produção de açúcar no Brasil teve início em 1533, através da instalação do primeiro engenho da colônia, na cidade de São Vicente, localizada no atual litoral do estado de São Paulo. Logo, a exploração da cana de açúcar se expandiu pelo litoral brasileiro, chegando nas regiões de Pernambuco e Bahia, ocorrendo grande crescimento econômico.

Conforme a Agência Emprapa de Informação Tecnológica, o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com mais de sete milhões de hectares plantados, produzindo mais de 480 milhões de toneladas de cana, o que coloca o País na liderança mundial em tecnologia de produção de etanol.

A perspectiva principal do negócio está na cultura da cana de açúcar. Tratava-se um produto de grande valor comercial na Europa. Forneciam-no, mas em pequena quantidade, a Sicília, as ilhas do Atlântico ocupadas e exploradas pelos portugueses desde o século anterior (Mra e Cabo Verde), e o Oriente de onde chegava por intermédio dos árabes e dos traficantes italianos do mediterrâneo. O volume deste fornecimento era tudo tão reduzido que o açúcar e vendia em boticas, pesado aos gramas. (PRADO JÚNIOR, 1987, p.37).

O cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, se deu por vários fatores favoráveis: solo, por ser propício para seu cultivo. O clima, permitindo o desenvolvimento em larga escala. E por fim, o carro chefe da economia era o valor do produto, aumentando a possibilidade de ganho dos portugueses com a exportação do açúcar. (PRADO JÚNIOR, 1987).

Com todos estes fatores e o crescimento desse ciclo econômico transformaram o açúcar no alicerce econômico português nos séculos XVI e XVII. E além das grandes áreas utilizadas para seu cultivo, exigia um capital para ser investido. Na época demandava uma mão de obra significativa. No começo do ciclo da produção da cana de açúcar foi usado os escravos indígenas, mas por inúmeros fatores não gerou um efeito desejado. Logo, ocorre a substituição por escravos africanos.(JORDANIO, LESSA, 2012).

Então, para chegar à produção do açúcar era preciso formar um engenho e o primeiro problema encontrado nos engenhos brasileiros, foi o financiamento para as instalações dos engenhos.

[...] um estabelecimento complexo, compreendendo numerosas construções e aparelhos mecânicos: moenda (onde a cana é espremida); caldeira, que fornecia o calor necessário ao processo de purificação do caldo; casa de purgar, onde se completa essa purificação. Além de outras, o que todas as propriedades possuem é em regra, a casa grande, a habitação do senhor, a senzala dos escravos; e instalações acessórias ou suntuárias: oficinas, estrebarias, etc. Suas terras, além dos canaviais, são reservadas para outros fins: passagem para animais de trabalho; culturas alimentares para o pessoal numerosos; matas para o fornecimento de lenha e madeira de construção. A grande propriedade açucareira é um verdadeiro mundo miniatura em que se concentra e resume a vida toda de uma pequena parcela da humanidade. (PRADO JÚNIOR, 1987, p.38).

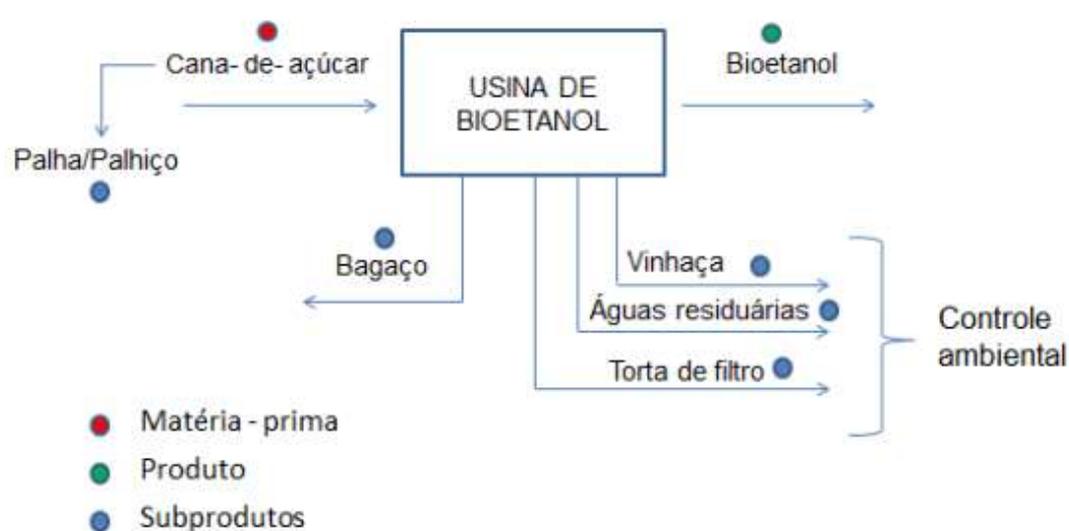
A cana-de-açúcar pode ser considerada, o único produto de origem agrícola destinado à alimentação que ao longo dos séculos foi alvo de disputas e conquistas, estimulando homens e nações. A planta que dá origem ao produto encontrou lugar perfeito no Brasil. Durante o Império, o país dependeu basicamente do cultivo da cana e da exportação do açúcar. Calcula-se que naquele período da história, a exportação do açúcar rendeu ao Brasil cinco vezes mais que as divisas proporcionadas por todos os outros produtos agrícolas destinados ao mercado externo. (MACHADO, 2019).

Além de matéria-prima para a produção de açúcar e álcool, seus subprodutos e resíduos são utilizados para geração de energia elétrica, fabricação de ração animal e fertilizante para as lavouras.(LOPES; LEAL, SAKAI, 2008).

#### 4.4.2 Subprodutos da cana-de-açúcar

Os principais produtos gerados pela agroindústria da cana-de-açúcar são o açúcar, o álcool e outros subprodutos. Os principais subprodutos são: o bagaço da cana, utilizado como combustível nas unidades geradores de vapor e para gerar energia utilizada na moagem; a vinhaça, usada como fertilizante na irrigação da lavoura e a levedura, utilizada como insumo na indústria de alimentos e de ração animal (SILVA, LESSA, 2012).

**Figura 8** - Esquema dos produtos e subprodutos da cana-de-açúcar



**Fonte:** BONASSA et al. (2015, p. 146).

Segundo Martins (2009), o processamento da cana-de-açúcar para a produção de açúcar segue basicamente as seguintes etapas:

- Colheita: a cana-de-açúcar pode ser colhida verde (sem queimar) ou queimada, manualmente ou mecanicamente, inteira ou picada.
- Lavagem da cana (opcional) e preparo para moagem.
- Moagem: separação do caldo do bagaço. Nesta etapa ocorre a formação de três resíduos estudados: o bagaço, o bagaço comum, através de tratamento do bagaço com hidróxido de cálcio ou hidróxido de sódio e as cinzas do bagaço que podem vir através da queima do bagaço. formação do caldo misto

- Clarificação: limpeza do caldo. Envolve basicamente as etapas de sulfitação (adiciona-se SO<sub>2</sub> (dióxido de enxofre) ao caldo), calagem (o caldo recebe leite de cal) e adição de compostos poliméricos de cadeia longa. O caldo é aquecido e ocorre decantação e conseqüente formação do caldo clarificado (ou decantado) que segue para a etapa de concentração. As impurezas são concentradas em um lodo que passa por um processo de filtração formando o caldo filtrado e a torta.
- Evaporação: etapa de concentração do caldo com formação do xarope.
- Flotação: etapa de limpeza com adição de compostos poliméricos de cadeia longa
- Cozimento: etapa de concentração com formação da massa cozida (mistura de sacarose e mel).
- Turbinagem: o açúcar é separado do mel em turbinas.
- Secagem/Resfriamento.
- Acondicionamento (envase).
- Refino: o açúcar cristal produzido nas usinas pode ser utilizado diretamente pelas indústrias ou seguir para as refinarias, onde é dissolvido em água e sofre novamente todo o processo de flotação até a obtenção do açúcar refinado.

#### 4.4.3 Fontes de poluição do solo

No Estado de São Paulo, é prática corrente incorporar grande parte dos efluentes líquidos, gerados nas usinas, à vinhaça, para disposição no solo por meio da técnica que se convencionou chamar de fertirrigação. Assim é feito com as águas geradas no processo de fabricação do açúcar, as resultantes da lavagem de pisos e equipamentos, e as das purgas dos lavadores de gases, etc. (ANDRADE, DINIZ, 2007).

Segundo os autores, a vinhaça é o resíduo do processo de destilação do álcool. É gerada à razão de 10,3 a 11,9 litros, por cada litro de álcool. Este resíduo líquido apresenta: temperatura elevada; pH ácido; corrosividade; tem alto

teor de potássio; além de certas quantidades significativas de nitrogênio, fósforo, sulfatos, cloretos, etc, tendo o poder de poluente cem vezes maior que o esgoto doméstico, por conter matéria orgânica rica. O seu despejo nos rios e lagos provocava o fenômeno de eutrofização e morte dos peixes. Devido a Lei Federal n. 9.605/98, estabelecer as ações que configuram crimes ambientais no país.

Grandes doses de vinhaça podem ter um impacto severo no solo e nas águas superficiais e subterrâneas, não sendo recomendadas dosagens acima da variação de 500 a 2000 m<sup>3</sup> há.

**Quadro 6** - Principais resíduos da produção do açúcar e álcool

Resíduos e subprodutos da cana	Características principais	Disposição
Água da lavagem da cana	Vol.: 2-7 m <sup>3</sup> /tc DBO: 200-1200mg/L pH – 4,8	Fertirrigação Recirculação Tratamento e ou descarte.
Condensados vegetais (secundários)	Vol.: 0,55 m <sup>3</sup> /tc DBO: 500-1000mg/L	Fertirrigação Recirculação Tratamento ou descarte.
Águas dos condensadores barométricos e dos multijatos	Vol.: 10-20m <sup>3</sup> /tc DBO: 100-300mg/L T= 35-40°C	Fertirrigação Recirculação Tratamento ou descarte.
Condensados de caldeiras e purgas	Baixo teor poluidor	Recirculação
Águas das lavagens de equipamentos e pisos	Alta concentração de sólidos sedimentáveis DBO: 400-15000mg/L	Fertirrigação Descarte
Águas residuais domésticas	75-120 L/ dia trabalhado Presença de coliformes	Fossas/sumidouro
Vinhaça	156 l/tc (destilaria anexa) 910 l/tc (destilaria autônoma) Alto potencial poluidor	Fertirrigação, fermentação anaeróbica, combustão em caldeiras, outros usos.
Torta de filtro	30 – 40 Kg/tc Alto DBO	Fertilizante, produção de ceras
Material particulado e gases provenientes da queima do bagaço de cana	Particulados 4000-6000 Mg/Nm <sup>3</sup> = 6 hg/tc.NO	Atmosfera com ou sem equipamento de controle

**Tc= toneladas de cana moída na usina.**

**Fonte:** Elaborado pela autora, a partir de SALLES (1993) e BICHARA, (1991).

A normas ambientais da finalidade da vinhaça teve início em 1980 com a proibição de seu lançamento nos corpos de água. Conforme a Lei Estadual n. 7.641/91, permitiu a fertirrigação de solo através da aplicação de resíduos líquidos industriais, desde que seja comprovado que suas características químicas conferem alta biodegradabilidade no solo, não havendo presença de compostos orgânicos metálicos. Levantou-se também a necessidade de serem respeitadas as taxas de aplicação de acordo com as características geológicas da área, estabelecidas em prévio estudo. Contudo, não há relatos de experimentos realizados para fins da determinação de taxas de aplicação mais adequadas a cada tipo de solo.

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), em 2005, por meio da Normatização Técnica P4.231, controlou a aplicação da vinhaça no solo agrícola, no qual, foram determinadas algumas restrições, como; próximo as cidades, áreas de preservação permanente (APP), exigida impermeabilização de canais e reservatórios de acumulação. Convencionou-se chamar de vinhaça o líquido resultante da destilação do vinho para fabricação de álcool. Desta leitura, resulta que a norma não prevê a agregação de outros efluentes líquidos na vinhaça. Todo ano, as usinas devem submeter à CETESB plano de aplicação de vinhaça, apresentando planta georeferenciada das áreas de aplicação, cronogramas para impermeabilização dos tanques e canais, análises da vinhaça e solo.

#### **Quadro 7 - Composição da vinhaça e da cana de açúcar**

Elementos estudados	Composição média da vinhaça	
	% do melaço	% de cana-de-açúcar
Sólidos Totais	6,472	6,696
Matéria Orgânica	4,629	5,141
Matéria Mineral	1,955	1,507
Nitrogênio	0,045	0,015
Cálcio	0,076	0,044
Magnésio	0,025	0,013
Fósforo	0,011	0,007

Potássio	0,485	0,168
pH	4,78	4,57

Fonte: Elaborado pela autora, a partir de ANA E INOVAGRI, [s.d.].

O impacto negativo que o uso inadequado da vinhaça, possa gerar danos ao meio ambiente, causando uma repercussão negativa na sociedade, entende-se por sociedade consumidora da referente empresa.

**Figura 10** - Esquema das Vantagens Econômicas no Manejo da Vinhaça



grande quantidade de potássio(K) podendo ser usada na fertirrigação, fornecendo nutrientes ao solo. A utilização da vinhaça como adubo, melhora a qualidade do plantio da cana, sendo usada como adubo orgânico.

Pode-se concluir que todo processo produtivo gera degradação ao meio ambiente, sendo os resíduos reutilizados para minimizar custos, melhoria da produtividade e uma propaganda positiva da empresa, ganhando confiança do mercado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante da transformação no processo produtivo, desde a Revolução Industrial, é relevante perceber que essas transformações são vistas a todo momento.

Após a primeira Revolução Industrial, o homem deixa para trás a forma de produzir manualmente, ocorrendo a substituição pelas máquinas. E essa força de trabalho masculina, deixa de ter relevância, passando a valorizar a presença da figura feminina nas indústrias. A partir dessas transformações, ocorrem vários problemas ambientais, como: consumo excessivo dos recursos naturais, desmatamentos, poluição do ar, águas, solo, concentração populacional e outros.

E que todos os fatores de produção; terra, trabalho, capital, capacidade empresarial, capacidade tecnológica e outros, são elementos utilizados na produção de uma determinada mercadoria para posteriormente ser consumida pelas famílias.

Sendo que o processo produtivo, gera impacto ambiental. E algumas empresas, como a indústria canavieira, reutiliza os subprodutos gerados com a produção do açúcar e álcool, aumentando a rentabilidade, melhorando a qualidade da cultura e amenizando os impactos ambientais. E que a reutilização desses subprodutos, em especial, a vinhaça, resíduo da destilação do álcool, pode contaminar o solo, causando danos irreversíveis ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ANA. Agência Nacional de Águas; INOVAGRI. Instituto de Pesquisa e Inovação da Agricultura Irrigada. *Manejo e cuidados no uso da vinhaça na fertirrigação*. [s.d.]. Disponível em: <[https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/249/1/Apresenta%C3%A7%C3%A3o\\_ANA\\_MANEJO\\_DA\\_VINHA%C3%87A.pdf](https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/249/1/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_ANA_MANEJO_DA_VINHA%C3%87A.pdf)> Acesso em: 15 nov. 2019.

ANDRADE, Rui Otavio Bernardes de; TACHIZAWA, Takeshy; CARVALHO, Ana Barreiros de. *Gestão ambiental: enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Makron Books, 2002.

ANDRADE, José Mário Ferreira de; DINIZ, Kátia Maria. *Impactos ambientais da agroindústria da cana-de-açúcar: subsídios para a gestão*. 2007. 131 f. Monografia (Especialização em Gerenciamento Ambiental)- Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

BICHARA, J. M.; P. FILHO, J. Aspectos gerais do gerenciamento ambiental da agroindústria canavieira. *Saneamento Ambiental*, n. 11, pp. 14-23, dez./jan. 1991.

BONASSA, Lara Talita; SCHNEIDER, FRIGO, Késia Damaris de Azevedo et al. CALEIRO, João Pedro. Imagem mostra 2 mil anos de sobe e desce das grandes economias. *Exame*, 16 set. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/2-mil-anos-de-sobe-e-desce-das-grandes-economias-em-uma-imagem/>> Acesso em: 5 nov. 2019.

CALLAN, Scott J.; THOMAS, Janet M. *Economia ambiental: aplicações, políticas e teoria*. Tradução de Noveritus do Brasil. São Paulo : Cengage Learning, 2016.

COELHO, Pedro Miguel Nogueira. *Rumo à indústria 4.0*. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial)- Faculdade de Ciência e Tecnologia – Universidade de Coimbra, Lisboa, 2016. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/36992/1/Tese%20Pedro%20Coelho%20Rumo%20%C3%A0%20Industria%204.0.pdf>> Acesso em: 3 nov. 2019.

CZIMIKOSKI, Fernando *O PIB reflete o crescimento e o desenvolvimento socioeconômico?* 2015. 47 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

DICIONÁRIO FINANCEIRO. *O que é fluxo circular de renda*. 2019. Disponível em: <<https://www.dicionariofinanceiro.com/o-que-e-fluxo-circular-de-renda/>> Acesso em: 5 nov. 2019.

HAWKEN, P; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. *Capitalismo natural*. 4. ed. São Paulo: Cultrix, 1999.

KEYNES, John Maynard. *A teoria econômica*. São Paulo: Pioneira, 1948.

LOPES, Patrícia; LEAL, Rodrigo; SAKAI, Rogério. *Árvore do conhecimento: cana de açúcar*. *Ageitec - Agência Embrapa de Informação Tecnológica*, 2008. Disponível em: <<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/Abertura.html>> Acesso em: 5 nov. 2019.

MACHADO Luiz Alberto; GALVÃO JUNIOR, Paulo. A quarta revolução industrial em pleno século XXI. *Espaço Democrático*, 2 out. 2018. Disponível em: <https://espacodemocratico.org.br/artigos/a-quarta-revolucao-industrial-em-pleno-seculo-xxi/>> Acesso em: 10 out. 2019.

MACHADO, Fúlvio de Barros P. Brasil, a doce terra. In. UDOP. União Nacional de Bioenergia. *A história da cana-de-açúcar: da antiguidade aos dias atuais*. 2019. Disponível em: <<https://www.udop.com.br/index.php?item=noticias&cod=993>> Acesso em: 3 out. 2019.

MAGALHÃES, Regina; VENDRAMINI, Annelise. Os impactos da quarta revolução industrial. *GVExecutivo*, v. 17, n. 1, p. 40-43, 2018. Disponível em: <<http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/view/74093/71080>> Acesso em: 30 set. 2019.

MARTINS, Quézia Valentim. *Caracterização espectrosópica e estudo do comportamento térmico dos resíduos provenientes da cana-de-açúcar*. 2009. 93 f. Dissertação (Mestrado em Química)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Araraquara, 2009.

MARX, Karl. *O capital*. São Paulo: Abril Cultural, 1984. v. 1, t.2.

MAUÉS, Adriana. Indústria 4.0: a indústria conectada ao mundo virtual: conceitos e desafios. *Studio Estratégia*, 14 dez. 2017. Disponível em: <<https://studioestrategia.com.br/2017/12/14/industria-4-0-conceitos-e-desafios/>> Acesso em: 20 set. 2019.

MORAES NETO, Benedito Rodrigues. *Marx, Taylor, Ford: as forças produtivas em discussão*. São Paulo: Brasiliense, 1989.

MOTA, Pedro Lula. Schumpeter: inovação, destruição criadora e desenvolvimento. *InfoMoney*, 30 set. 2016. Disponível em: <<https://www.infomoney.com.br/colunistas/terrace-economico/schumpeter-inovacao-destruicao-criadora-e-desenvolvimento/>> Acesso em: 10 out. 2019.

PASSOS, Carlos Roberto Martins; NOGAMI, Otto. *Princípios de Economia*. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

PRADO JÚNIOR, Caio. *História Econômica do Brasil*. 35. ed. São Paulo: Brasiliense, 198.

ROSSETTI, José Paschoal. *Introdução à Economia*. 20. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

RUFINO, Sandra. *(Re)fazer, (re)modelar, (re)criar: a autogestão no processo produtivo*. 2005. 197 f. Tese (Doutorado em Engenharia)- Universidade de São Paulo, São Paulo; 2005.

SALLES, Lauriberto S. *Elementos para o planejamento ambiental do complexo agroindustrial sucroalcooleiro no Estado de São Paulo: conceitos, aspectos e métodos*. 1993. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, 1993.

SCHWAB, Klaus. *A quarta revolução industrial*. Tradução de Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016.

SHAPIRO, Edward. *Análise macroeconômica*. São Paulo: Atlas, 1978.

SILVA, Jordano B. M.; LESSA, Márcio Benevides. A evolução da cultura do café e da cana de açúcar no município de Franca. *Revista Eletrônica de Debates em Economia*, v. 1, n.1, p. 59-111, 2012.

SILVA, Odair Vieira da. Sistemas produtivos, desenvolvimento econômico e degradação ambiental. *Revista Científica Eletrônica de Turismo*, Ano IV, n. 6, p. 1-7, 2007.

SMITH, Adam. *A riqueza das nações: investigação sobre a sua natureza e suas causas*. Tradução de Luiz João Baraúna. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Os Economistas).

SOHISTORIA. *Revolução Industrial*. Virtuoso Tecnologia da Informação. 2019. Disponível em: <Virtuoso Tecnologia da Informação> Acesso em: 10 out. 2019.

SPÓSITO, M. E. B. *Capitalismo e urbanização*. 7. ed. São Paulo: Contexto, 1996. Subprodutos gerados na produção de bioetanol: bagaço, torta de filtro, água de lavagem e palhagem. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v.4, p. 144- 166, 2015.

VALOR ECONÔMICO. *Desafio para o Brasil, “indústria 4.0” traz novo paradigma de negócios*. 20 abr. 2018. Disponível em: <<http://www.sintex.org.br/noticia/2018/04/20/desafio-para-o-brasil-industria-40-traz-novo-paradigma-de-negocios>> Acesso em: 4 nov. 2019.

VERMULM, Roberto. Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil. In. ALMEIDA, Julio Sérgio Gomes de; CAGNIN, Rafael Fagundes. (Orgs.). *A indústria do futuro no Brasil e no mundo*. 2019. Disponível em: <[https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311\\_industria\\_do\\_futuro\\_no\\_brasil\\_e\\_no\\_mundo.pdf](https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.pdf)> Acesso em: 16 nov. 2019.