



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**PERSPECTIVAS DA INDÚSTRIA TÊXTIL CEARENSE EM UM CONTEXTO  
DE ECONOMIA CIRCULAR**

Uma investigação de relações sustentáveis.

Milton Jarbas Rodrigues Chagas

Orientador: Dr. Armando de Azevedo Caldeira-Pires

**Tese de Doutorado.**

Brasília-DF  
Outubro/2020



Milton Jarbas Rodrigues Chagas

**Perspectivas da indústria têxtil cearense em um contexto de Economia Circular:  
uma investigação de relações sustentáveis.**

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Orientador: Professor Doutor Armando de Azevedo Caldeira-Pires

Brasília-DF  
Outubro/2020



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

**Perspectivas da indústria têxtil cearense em um contexto de Economia Circular:  
uma investigação de relações sustentáveis.**

**Milton Jarbas Rodrigues Chagas**

Tese de Doutorado submetida ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Desenvolvimento Sustentável, área de concentração em Política e Gestão da Sustentabilidade.

Aprovada por:

---

Prof. Dr. Armando de Azevedo Caldeira-Pires (CDS/UnB)  
(Orientador)

---

Profa. Dra. Doris Aleida Villamizar Sayago (CDS/UnB)  
(Examinador Interno)

---

Profa. Dra. Maria Amélia de Paula Dias (FACE/ADM/UnB)  
(Examinador Interno)

---

Profa. Dra. Jeniffer de Nadae (UFCA)  
(Examinador Externo)

## AGRADECIMENTOS

É triste pensar que a natureza fala e o homem não a ouve. Primeiro foi necessário civilizar o homem em relação ao próprio homem. Agora é necessário civilizar o homem em relação à natureza e aos animais (Victor Hugo)

Quando temos sonhos, nunca podemos desistir de tentar realizá-los, por isso devemos sempre sonhar e traçar objetivos de modo a alcançá-los. Ao mesmo tempo que é de suma importância saber agradecer a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para sua conquista.

— Neste momento de conclusão de mais uma etapa da minha vida, gostaria de agradecer a cada pessoa que desejou e deseja a minha felicidade e o alcance dos meus objetivos.

— Agradeço a Deus por ter me proporcionado saúde, coragem e força, além da oportunidade de ingressar em um curso de Doutorado e estar ao meu lado em todos os momentos de alegrias e tristezas, nunca deixando que o desânimo fosse maior do que a vontade de vencer.

— Agradeço a minha Mãe, Maria (*in memoriam*), por, além de ter me dado a vida, sempre batalhou para que eu pudesse conquistar os meus sonhos. Mesmo não estando mais entre nós, sei que ela está muito feliz lá no céu. Dedico totalmente a ela esta conquista, pois a sua maior felicidade era a felicidade dos seus filhos. Obrigado, Mamãe, por tudo.

— Ao meu irmão Jadelson por sempre me apoiar e acreditar que seria capaz de alcançar essa meta.

— Aos meus filhos Rogério e Jarbas Filho, que tornam os meus dias mais felizes e para quem quero ser exemplo de vida e dedicação na busca pelo conhecimento;

— À Ana Janilly, minha companheira de todas as horas, que sempre torceu e incentivou para que eu nunca desistisse.

— A todos da minha família, meu pai Chagas, minha cunhada Lucienne e meu afilhado Miguel, minha enteada Ana Letícia.

— Às companheiras de pesquisa em Economia Circular: Emília e Maria Cristina, pelas trocas de ideias e apoio em muitos momentos difíceis.

— À Universidade Federal do Cariri (UFCA), em nome da Profa. Suely Chacon e do Prof. Ricardo Ness, e ao Centro de Desenvolvimento Sustentável da UnB, por terem me proporcionado a oportunidade de cursar o doutorado por meio do Dinter.

— Aos colegas do Dinter: Augusto, Cristiano, Geovani, Liana, Ildisvan, Ingrid e Waléria, principalmente aos dois primeiros, pelos momentos que vivemos em Brasília.

— Aos professores do Dinter, em especial a Profa. Doris, por todo carinho, atenção, zelo e cuidado para com toda a turma,

— Ao meu orientador, Prof. Armando, pela paciência e ensinamentos repassados nesse período.

— Aos amigos docentes do colegiado do curso de Administração Pública da UFCA, pelo apoio dado em vários momentos ao longo dessa jornada.

— Aos docentes do colegiado do Curso de Ciências Contábeis da UFCA, por me auxiliarem ao assumir disciplinas para que eu pudesse me dedicar integralmente ao doutorado.

— Aos gestores das empresas participantes das entrevistas, os quais destinaram o seu tempo para dividir o conhecimento adquirido.

Por fim, sou grato a cada um e cada uma que passaram em minha vida e contribuíram das mais diversas formas possíveis. Meu muito obrigado a todos.

“Nunca desista dos seus sonhos”  
(Augusto Cury)

## RESUMO

A preocupação com a utilização eficiente dos recursos naturais no processo produtivo não é recente. No contexto industrial, estudos apontam que um terço da energia global é consumida pelas indústrias, contribuindo diretamente para o aumento da temperatura. Os processos industriais têxteis consomem materiais e energias que podem ser mensurados, evidenciados e analisados, de modo a implementar estratégias de redução das externalidades negativas e dos impactos ambientais causados, tornando os modelos de negócio circulares. Essa tese tem por objetivo geral analisar as perspectivas da indústria têxtil do estado do Ceará em um contexto de Economia Circular. A estrutura da tese está dividida em três artigos, que estão sistematizados de modo a atender ao objetivo geral: o artigo 1 contempla uma discussão teórica sobre os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular; já o artigo 2 discute quais informações são obtidas, pela aplicação do método *Input-Output*, na relação entre setores econômicos no Brasil; no artigo 3, é realizado um estudo multicaso nas indústrias têxteis cearense, visando analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos no contexto de uma Economia Circular, no intuito de propor ações que poderão ser implementadas, de modo a tornar as relações mais circulares, com foco no desenvolvimento sustentável. Ao final da tese, pode-se verificar que os resultados obtidos pela pesquisa contribuem diretamente no auxílio ao planejamento de ações sustentáveis, considerando as dimensões econômica, social, política e ambiental. O mapeamento do caminho percorrido pelos produtos advindos da indústria têxtil cearense e as relações entre setores econômicos e estados brasileiros, demonstram que políticas públicas podem ser adotadas, assim como possibilita a discussão de estratégias que tornem os produtos e negócios mais circulares, evitando assim o desperdício e o impacto negativo ao meio ambiente. Uma vez que o processo industrial têxtil gera resíduos, à medida que há uma integração entre setores produtivos, de modo que o resíduo emitido por uma determinada indústria possa ser utilizado por outra, além de políticas públicas e ordenamentos jurídicos que incentivem a participação da sociedade na execução e fiscalização de ações sustentáveis, é possível tornar realidade a inserção da indústria têxtil cearense em uma Economia Circular.

**Palavras-Chave:** Economia Circular; Indústria Têxtil Cearense; Modelo Input-Output; Ecologia Industrial; *Cradle to Cradle*.

## ABSTRACT

The concern with the efficient use of natural resources in the production process is not recent. In the industrial context, studies indicate that one third of global energy is consumed by industries, adding directly to global temperature rise. Textile industrial processes are materials and energy consuming, but also measurable, traceable and analyzable in such a way to enable the implementation of strategies to reduce negative discharges and environmental impacts, making the business models circular. This thesis aims to analyze the perspectives of the textile industry of the state of Ceará in a context of Circular Economy. The thesis structure is divided into three papers, which are systematized to meet the general objective. Paper 1 includes a theoretical discussion on the concepts of Industrial Ecology, Cradle to Cradle, and Circular Economy; Paper 2 discusses what information is obtained, by applying the Input-Output method, in the relationship between economic sectors. In Paper 3, a multifaceted study is carried out on the state of Ceará's textile industries, aiming to analyze how this industry relates to other economic sectors in the context of a Circular Economy, in order to propose actions that can be implemented, aiming to make the relationships more circular, focusing on sustainable development. At the end of this thesis, it can be verified that the results obtained by the research contribute directly to assist in the planning of sustainable actions, considering the economic, social, political, and environmental dimensions. The mapping of the path taken by by-products from the textile industry in Ceará and the relations between economic sectors and Brazilian states demonstrate that public policies can be adopted, as well as enabling the discussion of strategies that make products and businesses more circular, thus avoiding waste and the negative impact on the environment. Since the textile industry generates waste in its production process, as there is an integration between productive sectors so that the waste emitted by a certain industry can be used by another, in addition to public policies and legal systems that encourage the participation of the society in the execution and supervision of sustainable actions, it is possible to make the insertion of the textile industry of Ceará in a Circular Economy a reality.

**Keywords:** Circular Economy; Ceará Textile Industry; Input-Output Model; Industrial Ecology; *Cradle to Cradle*

## RESUMEN

La preocupación por el uso eficiente de los recursos naturales en el proceso de producción no es tan reciente. En el contexto industrial, los estudios indican que las industrias consumen un tercio de la energía mundial, lo que contribuye directamente a un aumento de la temperatura. Los procesos de la industria textil consumen materiales y energía que pueden medirse, evidenciarse y analizarse para reducir las externalidades negativas, así como los impactos ambientales, haciendo que el proceso sea más eficiente. Esta tesis tiene como objetivo analizar las perspectivas de la industria textil en el estado de Ceará en un escenario de economía circular. La estructura de la tesis se divide en artículos, que se sistematizan para cumplir el objetivo general. El artículo 1 incluye una discusión teórica sobre los conceptos de Ecología industrial, Cradle to Cradle y Economía circular; El artículo 2 analiza qué información se obtiene, aplicando el método Input-Output, en la relación entre sectores económicos. El artículo 3 tiene el estudio de caso llevado a cabo en la industria textil en Ceará, con el objetivo de identificar los principales cuellos de botella en la relación con los otros sectores, a fin de proponer acciones que puedan implementarse para hacer que las relaciones sean más circulares, con un enfoque en el desarrollo sostenible. Los resultados obtenidos por la investigación contribuyen directamente a ayudar a planificar acciones sostenibles, considerando las dimensiones económica, social, política y ambiental. El mapeo de la ruta tomada por los productos de la industria textil en Ceará y las relaciones entre los sectores económicos y los estados brasileños, demuestran que se pueden adoptar políticas públicas, además de permitir la discusión de estrategias que hacen que los productos y las empresas sean más circulares, evitando así el desperdicio y el impacto en el medio ambiente. Dado que la industria textil genera residuos en su proceso de producción, ya que existe una integración entre sectores productivos para que los residuos emitidos por una determinada industria puedan ser utilizados por otra, además de las políticas públicas y los sistemas legales que fomentan la participación de la sociedad en la ejecución y supervisión de acciones sostenibles, es posible hacer realidad la inserción en una economía circular.

**Palabras-clave:** Economía Circular; Industria Textil de Ceará; Modelo Input-Output; Ecología industrial; Cradle to Cradle.

## RESUMÉ

Le souci d'une utilisation efficace des ressources naturelles dans le processus de production n'est pas si récent. Dans le contexte industriel, des études indiquent qu'il y a une consommation d'un tiers de l'énergie mondiale par les industries, contribuant directement à une augmentation de la température. Les processus de l'industrie textile consomment des matériaux et de l'énergie qui peuvent être mesurés, mis en évidence et analysés, afin de réduire les externalités négatives, ainsi que les impacts environnementaux, ce qui rend le processus plus efficace. Cette thèse vise à analyser les perspectives de l'industrie textile dans l'État du Ceará dans un scénario d'économie circulaire. La structure de la thèse est divisée en articles, qui sont systématisés afin de répondre à l'objectif général. L'article 1 comprend une discussion théorique sur les concepts de l'écologie industrielle, du berceau au berceau et de l'économie circulaire; L'article 2 examine quelles informations sont obtenues, en appliquant la méthode des entrées-sorties, dans la relation entre les secteurs économiques. L'article 3 a une étude de cas réalisée dans l'industrie textile au Ceará, visant à identifier les principaux goulots d'étranglement dans les relations avec les autres secteurs, afin de proposer des actions qui peuvent être mises en œuvre afin de rendre les relations plus circulaires, en mettant l'accent sur le développement durable. Les résultats obtenus par la recherche contribuent directement à la planification d'actions durables, compte tenu des dimensions économique, sociale, politique et environnementale. La cartographie du chemin parcouru par les produits de l'industrie textile au Ceará et les relations entre les secteurs économiques et les États brésiliens, démontrent que des politiques publiques peuvent être adoptées, tout en permettant la discussion de stratégies qui rendent les produits et les entreprises plus circulaires, évitant ainsi le gaspillage et l'impact sur l'environnement. Étant donné que l'industrie textile génère des déchets dans son processus de production, car il existe une intégration entre les secteurs productifs afin que les déchets émis par une certaine industrie puissent être utilisés par une autre, en plus des politiques publiques et des systèmes juridiques qui encouragent la participation des société civile dans l'exécution et la supervision d'actions durables, il est possible de faire de l'insertion dans une économie circulaire une réalité.

**Mots-clés:** Économie circulaire; Industrie textile du Ceará; Modèle d'entrée-sortie; Écologie industrielle; Berceau à berceau.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - População, todos os cenários, incluindo tendências históricas.....	18
Figura 2 - Projeções de crescimento dos macrossetores (% a.a) 2020-2029.....	20
Figura 3 - Participação da indústria de transformação no PIB no ano de 2017 por estados.....	21
Figura 4 - Principais impactos ambientais da produção têxtil.....	22
Figura 5 - Categorias de resíduos têxteis.....	28
Figura 6 - Cadeia de suprimentos de confecções.....	29
Figura 7 - Distribuição do pessoal ocupado na cadeia têxtil brasileira.....	29
Figura 8 - Ecologia Industrial opera em três níveis.....	40
Figura 9 - Nova análise do ciclo de vida baseada no conceito de <i>Cradle to Cradle</i> .....	42
Figura 10 - Economia Circular.....	45
Figura 11 - Diagrama do Sistema da Economia Circular.....	46
Figura 12- Áreas Temáticas vinculadas aos termos <i>Circular Economy and Industrial Ecology and Cradle to Cradle</i> .....	49
Figura 13- Resumo da relação entre os conceitos de Ecologia Industrial, <i>Cradle to Cradle</i> e Economia Circular.....	53
Figura 14- Contrastando os conceitos de Economia Linear e Economia Circular.....	61
Figura 15- Uso de bens no modelo <i>Input-Output</i> .....	63
Figura 16- Fluxograma do modelo <i>Input-Output</i> .....	63
Figura 17- Rede de Coocorrências de palavras.....	67
Figura 18- Pontos críticos na produção têxtil.....	83
Figura 19- Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição de têxtil e confecção.....	85
Figura 20- Aplicações para resíduos têxteis reciclados em diferentes indústrias.....	88
Figura 21- Recomendações para criação de um modelo de negócios de têxtil ecologicamente correto.....	90

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Número de estabelecimentos na região Nordeste, no período de 2010 a 2017, conforme o CNAE: fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário:.....	24
Tabela 2- Matriz dos coeficientes técnicos dos insumos nacionais – Matriz Bn – 2015.....	71
Tabela 3- Consumo de bens e serviços referente ao ano de 2016 (20 atividades econômicas)	72
Tabela 4- Dados sobre indústria de transformação entre 2010 a 2016.....	73
Tabela 5- Decomposição da produção regional baseada na origem da demanda final (%)......	75
Tabela 6- Variação do valor da transformação industrial – principais atividades da indústria de transformação no Ceará – 2013 e 2016.....	76
Tabela 7- Taxas de crescimento (%) do PIB por atividades do Estado do Ceará.....	84
Tabela 8- Importações e Exportações de têxteis do estado do Ceará de 2018 a 2019.....	92
Tabela 9- Produção física por estado e por atividades.....	94
Tabela 10- Variação Trimestral e Acumulada (%) da Produção Física por Atividades Industriais – Ceará – 2018 e 2019.....	95
Tabela 11- Relação comercial do Estado do Ceará com os outros Estados 2017-2018 (Em R\$) .....	96
Tabela 12- Geração de empregos formais Ceará e Brasil (Acumulado até dezembro de 2019) .....	97
Table 13 - Relações entre setor têxtil e demais setores econômicos do Ceará.....	107
Tabela 14- Relações entre produtos demandados na atividade de fabricação de têxteis.....	108

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Dados sobre impactos ambientais provocados pela indústria têxtil.....	27
Quadro 2- Matriz Metodológica de Amarração – MMA.....	33
Quadro 3- Relação de artigos, autores, anos e periódicos contendo as palavras Ecologia Industrial, <i>Cradle to Cradle</i> e Economia Circular.....	49
Quadro 4- Categorias analíticas na relação de conceitos de EC, C2C e EI.....	54
Quadro 5- Respostas sumarizadas das entrevistas com gestores das indústrias têxteis cearenses .....	104
Quadro 6 - Proposta de ações para a inserção da indústria têxtil cearense em uma Economia Circular.....	113

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Número de publicações por ano.....	48
Gráfico 2- Quantidade de publicações por ano, considerando as palavras chaves “Economic Sectors” and “Input-Output Model” .....	64
Gráfico 3- Quantidade de publicações distribuídas por países.....	65
Gráfico 4- Número de publicações por autores.....	66
Gráfico 5- Variação acumulada – IPCA – de dezembro de 2018 a dezembro de 2019 -Brasil e região metropolitana de Fortaleza.....	86
Gráfico 6- Saldo da Balança Comercial – Setor Têxtil e Confecção.....	91
Gráfico 7- Saldo da Balança comercial entre o Estado do Ceará e os demais estados nos anos de 2017 e 2018.....	92
Gráfico 8- Produção da Indústria têxtil no Brasil e no Ceará de janeiro de 2019 a março de 2020.....	93

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABIT** – Associação Brasileira da Indústria Têxtil

**AC** – Acre

**ACV** – Avaliação do Ciclo de Vida

**AL** – Alagoas

**AM** – Amazonas

**AP** – Amapá

**BA** – Bahia

**CCDRLVT** – Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo

**CE** – Ceará

**CNAE** – Classificação Nacional de Atividade Econômica

**CNI** – Confederação Nacional da Indústria

**CONFAZ** – Conselho Nacional de Política Fazendária

**C2C** – *Cradle to Cradle*

**DF** – Distrito Federal

**EC** – Economia Circular

**EI** – Ecologia Industrial

**ENV** – *Environmental-economic modelling*

**EMF** – *Ellen MacArthur Foundation*

**ES** – Espírito Santo

**EU** – União Européia

**FGV** – Fundação Getúlio Vargas

**FGV IBRE** – Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas

**FIEC** – Federação das Indústria do Estado do Ceará

**FINEP** – Financiadora de Estudos e Projetos

**GEE** – Gases de Efeito Estufa

**GO** – Goiás

**Gt** – Gigatoneladas

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IEMI** – Instituto de Estudos e Marketing Industrial

**IPCC** – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

**IPECE** – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômicas do Ceará  
**MA** -Maranhão  
**MFA** – *Material Flow Analysis*  
**MG** – Minas Gerais  
**MMA** – Matriz Metodológica de Amarração  
**MS** – Mato Grosso do Sul  
**MT** – Mato Grosso  
**MRIO** – Modelo Multirregional *Input-Output*  
**ODS** – Objetivos do Desenvolvimento Sustentável  
**OECD** – *Organization for Economic Co-operation and Development*  
**ONU** – Organização das Nações Unidas  
**PA** – Pará  
**PACE** – *Platform for Accelerating the Circular Economy*  
**PB** – Paraíba  
**PE** – Pernambuco  
**PI** – Piauí  
**PIB** – Produto Interno Bruto  
**PR** – Paraná  
**RICA** – Resiliente, Inteligente, Circular e Atrativa  
**RJ** – Rio de Janeiro  
**RM** – Resto do Mundo  
**RN** – Rio Grande do Norte  
**RO** – Rondônia  
**RR** – Roraima  
**RS** – Rio Grande do Sul  
**SC** – Santa Catarina  
**SE** – Sergipe  
**SEBRAE** – Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas  
**SINDITÊXTIL** – Sindicato das Indústrias Têxteis do Estado do Ceará  
**SP** – São Paulo  
**TO** – Tocantins  
**UFs** – Unidades da Federação  
**UNIDO** – *United Nations Industrial Development Organization*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	24
1.2	OBJETIVOS.....	25
<b>1.2.1</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>25</b>
1.3	JUSTIFICATIVA/RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	26
1.4	ORGANIZAÇÃO DA TESE.....	32
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1 – RELAÇÃO CONCEITUAL ENTRE ECONOMIA CIRCULAR, ECOLOGIA INDUSTRIAL E <i>CRADLE TO CRADLE</i>: UM ENSAIO TEÓRICO.....</b>	<b>35</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	37
2.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	38
<b>2.2.1</b>	<b>Ecologia Industrial.....</b>	<b>38</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Cradle to Cradle.....</b>	<b>41</b>
<b>2.2.3</b>	<b>Economia Circular.....</b>	<b>43</b>
2.3	MÉTODO.....	47
2.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	48
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2 – MODELO INPUT-OUTPUT E ECONOMIA CIRCULAR: UMA VISÃO DAS RELAÇÕES ENTRE SETORES ECONÔMICOS NO BRASIL.....</b>	<b>56</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	58
3.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	60
<b>3.2.1</b>	<b>Economia circular.....</b>	<b>60</b>
3.3	MÉTODO.....	61
3.4	ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS.....	64
3.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
<b>4</b>	<b>ARTIGO 3 – ECONOMIA CIRCULAR E RELAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE: UMA ANÁLISE DO SETOR TÊXTIL CEARENSE.....</b>	<b>79</b>
4.1	INTRODUÇÃO.....	81
4.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	87
<b>4.2.1</b>	<b>Aproveitamento de resíduos têxteis em outras indústrias.....</b>	<b>87</b>

4.2.2	Caracterização do setor têxtil brasileiro e cearense.....	90
4.2.3	Estratégias adotadas para a inserção de setores industriais em cenários de Economia Circular.....	98
4.3	MÉTODO.....	101
4.4	ANÁLISE DE RESULTADOS.....	104
4.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	109
5	CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	111
	REFERÊNCIAS.....	116

## 1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais, provenientes do processo de transformação da relação do homem com a natureza, não são fenômenos recentes, uma vez que os elementos que ocupam hoje o debate ambiental já estavam presentes na vida cotidiana das antigas civilizações (Bursztyn e Bursztyn, 2012). Dados do 5º Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgados no ano de 2014, apontam que o homem tem interferência direta no aumento da temperatura do planeta.

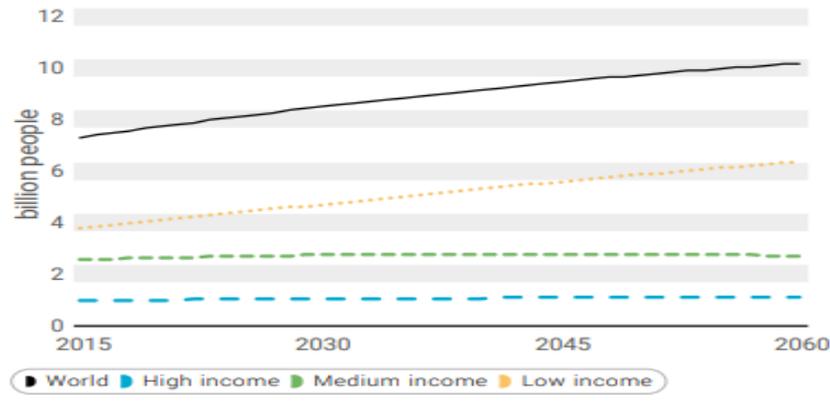
No contexto industrial, um terço da energia global é consumida pelas indústrias, contribuindo diretamente para um aumento da temperatura. As estratégias necessárias para mitigar o impacto evidenciado vão desde a redução energética no processo produtivo, aumento na taxa de reciclagem e o desenvolvimento de uma economia circular (IPCC, 2018).

De acordo com a organização não governamental *World Wide Fund for Nature* (WWF, 2019), a população mundial utiliza cerca de 50% a mais do que se encontra disponível em recursos naturais. Atualmente, a média mundial da Pegada Ecológica (método de contabilidade ambiental que avalia a pressão do consumo das populações humanas sobre os recursos naturais) é de 2,7 hectares globais por pessoa, enquanto a biocapacidade (representa a capacidade dos ecossistemas em produzir recursos úteis e absorver os resíduos gerados pelo ser humano) disponível para cada ser humano é de apenas 1,8 hectare global (WWF, 2019).

Conforme os dados da Pegada Ecológica e da biocapacidade, é possível perceber que o ser humano consome uma quantidade de recursos naturais superior àquela produzida pelos ecossistemas. De acordo com as projeções da Pegada Ecológica para o ano de 2050, a WWF (2019) informa da necessidade de mais de dois planetas para manutenção do consumo, decorrente, principalmente, do aumento da emissão de carbono e áreas cultivadas.

A Figura 1 apresenta dados sobre a expansão da população mundial e as projeções até o ano de 2060, subdivididas nas classes baixa, média e alta, corroborando com a previsão de Hawken, Lovins e Lovins (2007) de que, com a duplicação da população e os recursos disponíveis *per capita* reduzidos à metade ou em três quartos, no século XXI, poderá ocorrer uma transformação notável tanto na indústria como no comércio, com condições para a sociedade criar uma economia que consuma menos material e energia.

**Figura 1** - População, todos os cenários, incluindo tendências históricas.



Fonte: Global Resources Outlook (2019).

O aumento das necessidades da sociedade nos últimos anos impactou diretamente na maneira como o setor produtivo cria mecanismos de atender ao que lhe é proposto. A crescente demanda por bens, os quais são consumidos e descartados, impõe desafios no modelo de gestão da produção, tais como: investimento em inovação e desenvolvimento de tecnologias; a contratação de mão de obra qualificada; formas de escoamento da produção e análise do ciclo de vida dos produtos (ROOS, 2014; RIZOS *et al.*, 2016).

De acordo com o relatório *Global Resources Outlook* (2019), há tendências de aumentos, nas próximas décadas, referentes ao uso de recursos, atividades econômicas, mudanças tecnológicas em alguns setores, emissões de gases de efeito estufa, além dos padrões de vida e do Produto Interno Bruto (saindo de US\$ 82 trilhões em 2017 para US\$ 216 trilhões em 2060).

Observa-se que além do crescimento populacional, informado no estudo, prevê-se um crescimento econômico per capita, o qual influencia diretamente o consumo de bens e a sua produção.

As transformações, provenientes dos avanços tecnológicos, no setor industrial, podem ser observadas por meio da integração sistêmica dos ecossistemas econômicos e ecológicos, surgindo, desta maneira, conceitos como Ecologia Industrial, o qual auxilia na compreensão da circulação de materiais e fluxos de energia, analisando o ciclo de vida do produto desde a etapa de planejamento e *design* até a sua disposição final (SAAVEDRA *et al.*, 2018).

Além da Ecologia Industrial tem-se o conceito de Simbiose Industrial, que envolve indústrias separadas em uma abordagem coletiva de vantagem competitiva, as quais realizam trocas físicas de materiais, energia, água e serviços (CHERTOW, 2000; LOMBARDI e LAYBOURN, 2012). Outro conceito utilizado, no que se refere ao pensamento sistêmico, é o

Cradle to Cradle, o qual inspira-se no modelo de funcionamento da natureza para proporcionar a melhoria contínua da qualidade e produtividade dos materiais, estimulando um método de produção inteligente e sem desperdícios (WEETMAN, 2019; ALIGLERI, ALIGLERI e KRUGLIANSKAS, 2016).

Dados do Informe Anual da *United Nations Industrial Development Organization* (UNIDO, 2013) apontam que o modelo econômico linear de produção-consumo-descarte está atingindo seu limite, surgindo, desta maneira, o conceito de Economia Circular (EC), o qual se inspira na natureza e corresponde a um sistema industrial restaurador e regenerativo. A Economia Circular objetiva manter produtos, componentes e materiais em seu mais alto nível de utilidade e valor, visando dissociar o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012).

A mudança de um sistema econômico tradicional para um circular, de acordo com Pearce e Turner (1990), é consequência da 2ª lei da termodinâmica, a qual dita a degradação da matéria e energia. Conhecida também como Lei da Entropia, significa que nenhum processo, que implique transformação de energia, ocorrerá espontaneamente, a menos que haja uma degradação de energia de uma forma concentrada para uma forma dispersa (ODUM, 1988).

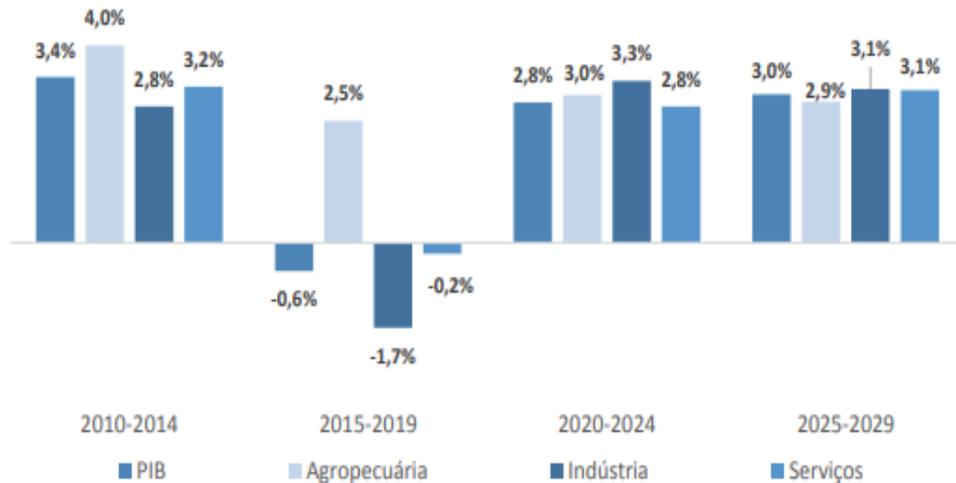
De acordo com Murray, Skene e Haynes (2017), o modelo de EC vem a contrapor o conceito de Economia Linear, compreendida como a conversão de recursos naturais em produtos, com a emissão de resíduos, por meio da produção. Saavedra et al. (2018) apontam um crescimento, nos últimos 10 anos, da discussão sobre o conceito, a definição e as estratégias de implementação da EC em diferentes países.

Para implementação de uma EC devem ser considerados alguns atores, tais como: a sociedade, as empresas privadas e o governo, devendo os mesmos agirem de modo integrado e coordenado, tanto por meio da adoção de políticas públicas, como de processos de produção e consumo eficientes e da preocupação com o retorno do material após o seu uso (SAAVEDRA et al., 2018).

Conforme pesquisa realizada pela Fundação Espaço Eco, em parceria com a Confederação Nacional da Indústria no ano de 2018, para 91% dos gestores e especialistas de sustentabilidade, as empresas aplicam conceitos da EC, no entanto, para 71% dos entrevistados, esses esforços se concentram na recuperação de recursos como a reciclagem. Desta maneira, é possível verificar que a atenção ocorre apenas ao final da vida útil do bem e não na mudança nas etapas de planejamento e *design*, de modo a reinseri-los no processo produtivo.

O cenário econômico atual brasileiro, influenciado diretamente pela pandemia da Covid-19, demonstra uma redução no que se refere à projeção de indicadores nos diferentes setores econômicos. Pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE) mostra que, em março de 2020, quase metade das empresas da indústria (43%) já constatava os efeitos nos negócios, seguidas por comércio (35,4%) e serviços (30,2%).

**Figura 2** - Projeções de crescimento dos macrossetores (% a.a) 2020-2029

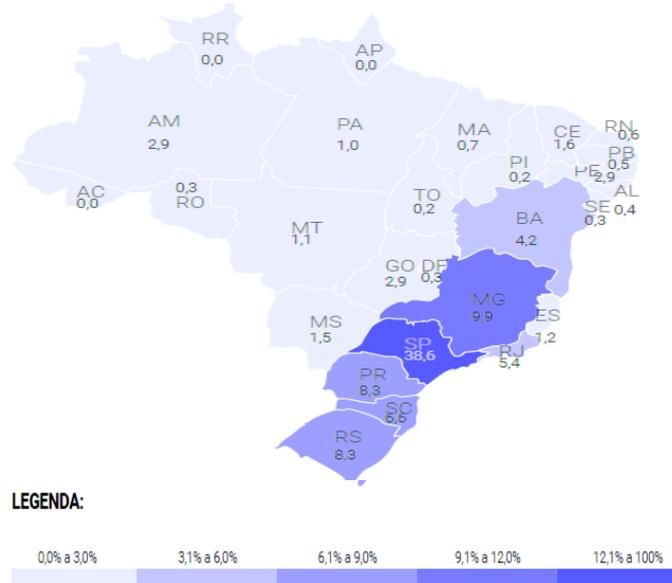


**Fonte:** IBGE (2018)

A Figura 2 demonstra as projeções traçadas, no ano de 2018, antes do surgimento da pandemia da Covid-19, para o período de 2020 a 2029. Percebe-se declínios nos setores de agropecuária, variando de 4,0% (2010-2014) para 2,9% (2025-2029), e serviços, com variação de 3,2% (2010-2014) para 3,1% (2025-2029). No que se refere ao setor industrial, este varia positivamente, passando de 2,8% (2010-2014) para 3,1% (2025-2029).

Conforme a Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2020), a indústria de transformação, na qual a indústria têxtil está inserida, teve participação de 11% do Produto Interno Bruto brasileiro no ano de 2019. Na Figura 3, observa-se a distribuição geográfica da indústria de transformação e a participação no PIB no ano de 2017. A participação do setor têxtil na indústria de transformação no Brasil, no ano de 2019, foi de 1,1%, já na região Nordeste, esse percentual foi de 1,2% e, no estado do Ceará, passa a ser de 2,4% (CNI, 2020).

**Figura 3** - Participação da indústria de transformação no PIB no ano de 2017 por estados



Fonte: CNI (2020)

De acordo com o relatório *Pulse of the Fashion Industry* (Kerr e Landry, 2017), a Economia Circular significa a sobrevivência da indústria têxtil nos próximos anos, uma vez que as marcas de roupa vão sofrer, a partir de 2030, declínio na lucratividade – perda de margem equivalente a 45 bilhões de euros por ano, conforme previsões conservadoras, causadas pelo aumento dos salários da mão de obra e aumento nos preços da energia.

Conforme a Ellen MacArthur Foundation (2017), menos de 1% do material usado para produzir as roupas é reciclado em roupas novas, representando uma perda de mais de US\$ 100 bilhões em materiais a cada ano. O sistema têxtil opera de forma linear, grandes quantidades de recursos não renováveis são extraídas para produzir roupas, que, frequentemente, são usadas por um curto período de tempo e, em seguida, destinadas a aterros ou incineradas (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

A Ellen MacArthur Foundation (2017) apresenta o crescimento dos impactos negativos da indústria têxtil, considerando os anos de 2015 e uma previsão para o ano de 2050, com destaque para o aumento no consumo de óleo (98 milhões de toneladas em 2015 e 300 milhões em 2050); emissão de carbono (2% em 2015 para 26% em 2050) e a poluição dos oceanos decorrente de microfibras (22 milhões de toneladas entre 2015 e 2050).

A indústria têxtil pode causar danos ambientais, tais como: emissão de substâncias tóxicas, as quais são despejadas em rios e mares, contaminando tanto as pessoas que vivem às margens dos rios, e prejudicando a espécie aquática; uso de fertilizantes na produção do algodão;

grande consumo de água no processo produtivo; descarte das roupas; utilização de componentes químicos no processo fabril; emissão global de carbono; degradação do solo e desmatamento.

A Figura 4 apresenta os principais impactos ambientais no que se refere à produção têxtil e a geração de resíduos. Observa-se que o processo fabril têxtil atinge o desperdício de água, o uso de energia, o uso de produtos químicos tóxicos, a emissão de resíduos sólidos e a poluição da água.

**Figura 4** - Principais impactos ambientais da produção têxtil



Fonte: adaptado de Shirvanimoghaddam et al. (2020, p.3)

De acordo com a ABIT (2019), o setor têxtil brasileiro apresenta o seguinte contexto:<sup>1</sup>

- Faturamento da cadeia têxtil e de confecção: US\$ 48,3 bilhões; contra US\$ 52,2 bilhões em 2017;
- Exportações (sem fibra de algodão): US\$ 2,6 bilhões, contra US\$ 2,4 bilhões em 2017;
- Importações (sem fibra de algodão): US\$ 5,7 bilhões, contra US\$ 5,2 bilhões em 2017;
- Saldo da balança comercial (sem fibra de algodão): US\$ 3,1 bilhões negativos, contra US\$ 2,8 bilhões negativos em 2017;
- Investimentos no setor: US\$ 894,4 milhões, contra US\$ 985 milhões em 2017;
- Produção média de confecção: 8,9 bilhões de peças; (vestuário+meias e acessórios+cama, mesa e banho), contra 8,9 bilhões de peças em 2017;

<sup>1</sup> Dados gerais do setor referentes a 2018 (atualizados em dezembro de 2019)

- Produção média têxtil: 1,2 milhão de toneladas, contra 1,3 milhão de toneladas em 2017;
- Trabalhadores: 1,5 milhão de empregados diretos e 8 milhões se adicionados os indiretos e efeito renda, dos quais 75% são de mão de obra feminina;
- 2º. maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para alimentos e bebidas (juntos);
- 2º maior gerador do primeiro emprego;
- Número de empresas: 25,2 mil em todo o País (formais);
- Quarto maior produtor e consumidor de denim<sup>2</sup> do mundo;
- Quarto maior produtor de malhas do mundo;
- Representa 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de transformação;
- A Semanas de Moda brasileira está entre as cinco maiores do mundo;
- Mais de 100 escolas e faculdades de moda;
- O Brasil é a maior Cadeia Têxtil completa do Ocidente, indo desde a produção das fibras, como plantação de algodão, até os desfiles de moda, passando por fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções e forte varejo;
- Indústria que tem quase 200 anos no País;
- Brasil é referência mundial em *design* de moda praia, *jeanswear* e *homewear*, tendo crescido também os segmentos de *fitness* e *lingerie*;

No ano de 2019, o setor têxtil faturou 185,7 bilhões de reais, gerando 16,5 bilhões de reais em impostos e foi responsável por 1,5 milhão de empregos diretos. No quadro produtivo, há uma grande pulverização de empresas, prevalecendo aquelas que têm entre 5 e 9 funcionários.

A Tabela 1 apresenta o número de indústrias têxteis, no período de 2010 a 2017, distribuídas pelos estados da região Nordeste do Brasil. É possível observar um aumento inicial no número de indústrias da região Nordeste de 2010 a 2014, seguido por uma pequena redução até o ano de 2017. Quanto ao número total de indústrias têxteis, destacam-se os estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Ceará, todos com mais de 100 estabelecimentos.

---

2 Tecido obtido a partir do algodão trançado, usado para fazer o *jeans*.

**Tabela 1-** Número de estabelecimentos na região Nordeste, no período de 2010 a 2017, conforme o CNAE: fabricação de artefatos têxteis, exceto vestuário:

<b>Estados</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
AL	14	13	18	15	13	15	15	10
BA	163	165	175	191	189	183	188	179
CE	134	135	138	142	143	141	126	134
MA	18	21	21	24	25	22	22	22
PB	102	101	100	98	101	95	94	98
PE	138	153	165	171	170	162	144	148
PI	22	20	18	13	9	11	13	14
RN	118	103	105	101	98	91	93	91
SE	92	116	131	145	165	167	148	138
<b>TOTAL</b>	<b>801</b>	<b>827</b>	<b>871</b>	<b>900</b>	<b>913</b>	<b>887</b>	<b>858</b>	<b>834</b>

Fonte: IPECE (2019, p. 8)

O Estado do Ceará, conforme relatório da Associação da Indústria Têxtil e da Confecção (2018), no ano de 2017, ocupava a 5ª posição na produção têxtil nacional, gerando, aproximadamente, 60 mil empregos de forma direta. No Brasil, o setor têxtil representa 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de Transformação (ABIT, 2019).

A relação de indústrias têxteis, cadastradas no Sindicato das Indústrias Têxteis do Ceará (SINDITÊXTIL), estão apresentadas no apêndice desta tese, contendo informações sobre razão social, endereço, código CNAE e descrição do CNAE. De um total de 20 indústrias cadastradas, 7 possuem como atividade principal a preparação e fiação de algodão, enquanto 4 se enquadram em fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente e 3 fabricam tecidos de malha.

As indústrias têxteis analisadas estão situadas no Distrito Industrial na região metropolitana de Fortaleza, compreendendo as cidades de Pacatuba, Maracanaú, Horizonte, Itaitinga e Aquiraz. Foram realizadas 2 entrevistas com gestores de produção que atuam diretamente com a elaboração e implementação de ações sustentáveis nas organizações. As entrevistas semi-estruturadas foram realizadas, uma de forma remota, via Google Meet, e outra por telefone. No entanto, houve o contato inicial com as 20 indústrias, e o envio do questionário para todas as indústrias cadastradas no Sindtêxtil.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Os processos da indústria têxtil consomem materiais e energias que podem ser mensuradas, evidenciadas e analisadas, de modo a reduzir as externalidades negativas, assim como os impactos ambientais, tornando o processo mais eficiente. Tendo em vista a possibilidade de verificar a relação entre setores econômicos, no que se refere ao aproveitamento de resíduos e materiais, além da utilização dos recursos naturais no processo produtivo, esta pesquisa busca responder a seguinte questão-problema: ***como a indústria têxtil cearense se insere em um contexto de Economia Circular?***

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Esta tese tem por objetivo geral analisar as perspectivas da indústria têxtil do estado do Ceará em um contexto de Economia Circular.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos se tem:

- Verificar as relações entre os conceitos e características da Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular;
- Analisar as informações, obtidas a partir da aplicação do modelo Input-Output, na relação entre setores econômicos no Brasil;
- Analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos no contexto de uma Economia Circular.

### 1.3 JUSTIFICATIVA/RELEVÂNCIA DA PESQUISA

Conforme relatório da *Ellen MacArthur Foundation* (2017), para a obtenção de um desenvolvimento econômico, que concilie prosperidade e sustentabilidade, é necessário sair de uma economia baseada na escassez, com foco no processo, para uma economia baseada no valor e com visão sistêmica, ou seja, associar o crescimento econômico a um modelo que promova a regeneração e restauração do capital natural, gerando impactos sociais e econômicos positivos.

De acordo com a *Ellen MacArthur Foundation* (2017), mais de 500 bilhões de dólares são perdidos a cada ano devido à subutilização de roupas e à falta de reciclagem. Além disso, o modelo produção-uso-descarte tem inúmeros impactos ambientais e sociais negativos, tais como emissões de gases de efeito estufa, substâncias perigosas que afetam a saúde dos trabalhadores têxteis, os usuários de roupas e a natureza.

Globalmente, a indústria de vestuário fatura cerca de US\$ 1,3 trilhão e emprega mais de 300 milhões de pessoas ao longo da cadeia de valor. A produção de algodão, sozinho, representa quase 7% de todo o emprego em alguns países de baixa renda (*Ellen MacArthur Foundation, 2017*).

De acordo com a *Ellen MacArthur Foundation* (2017) a geração de externalidades negativas ocorre ao longo da cadeia produtiva da indústria têxtil: extração da matéria-prima (fibra), produção da roupa, uso e descarte após o uso. Dessa maneira, a visão ampla do processo envolvendo a produção têxtil e a análise do processo fabril, de modo a torná-lo mais eficiente e reduzir o impacto ao meio ambiente, são fundamentais para a inserção desse setor em uma Economia Circular.

Além dos impactos ambientais negativos gerados pelo sistema de fabricação, uso e descarte das roupas, é possível categorizar essas externalidades em impactos relativos à poluição da água, utilização de roupas sintéticas, resíduos, produtos químicos, emissão de gases de efeito estufa, solo e florestas. O Quadro 1 contempla uma visão geral do quantitativo dos impactos relativos a cada uma dessas categorias. Por meio dessa evidenciação, é possível dimensionar a produção de externalidades negativas produzidas pela indústria têxtil.

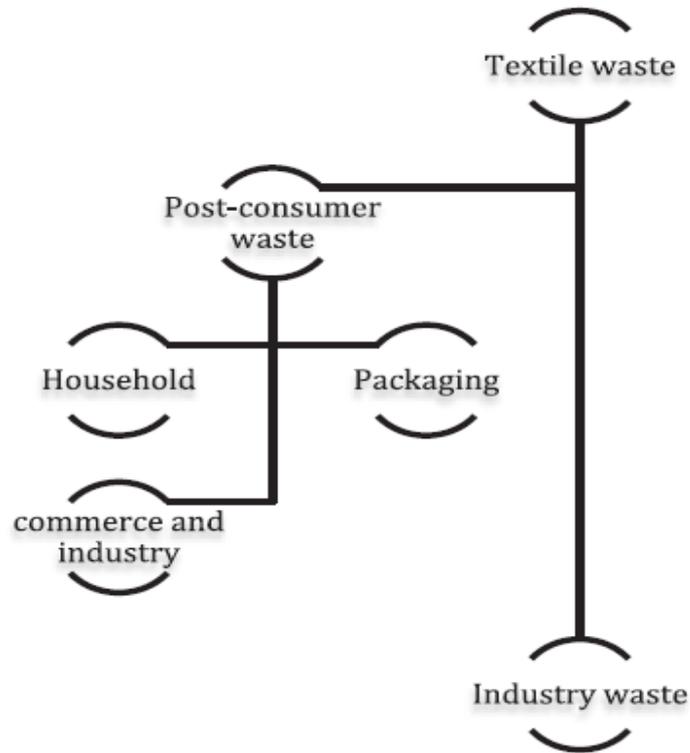
**Quadro 1-** Dados sobre impactos ambientais provocados pela indústria têxtil

<b>ÁGUA</b>	20% da poluição da água industrial vem do tratamento e tingimento têxteis; 200.000 toneladas de corantes são despejadas em efluentes por ano; 1,5 trilhão de litros de água é usado pela indústria têxtil por ano;
<b>ROUPAS SINTÉTICAS</b>	85% dos detritos de fabricação humana nos litorais do mundo são microfibras; 190.000 toneladas de fibras microplásticas têxteis acabam nos oceanos todos os anos.
<b>RESÍDUOS</b>	Apenas 15% das nossas roupas são recicladas ou doadas; 5,2% dos resíduos de nossos aterros são têxteis; 3 anos é a vida útil média de uma roupa hoje.
<b>PRODUTOS QUÍMICOS</b>	1 kg de produto químico é necessário para produzir 1kg de roupa; 23% dos produtos químicos produzidos em todo o mundo são usados na indústria têxtil; 27% do peso de um tecido "100% natural" é feito de produtos químicos.
<b>EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA</b>	23 kg de gases de efeito estufa são gerados para cada quilo de tecido produzido; 70 milhões de barris de petróleo são usados a cada ano para produzir polyester; 400% mais emissões de carbono são produzidas se usarmos uma roupa 5 vezes em vez de 50 vezes.
<b>SOLO</b>	93% da degradação do solo mundial é causada pelo sobrepastoreio (35%), desmatamento (30%) e agricultura (28%).
<b>FLORESTAS</b>	70 milhões de árvores são cortadas todos os anos para confeccionar nossas roupas; 30% das roupas de rayon e viscose vêm de florestas antigas e ameaçadas de extinção; 5% da indústria mundial do vestuário usa tecidos de base florestal.

Fonte: (<https://www.sustainyourstyle.org/old-environmental-impacts#anchor-link-water-pollution>, 2019)

Conforme Echeverria et al. (2019), os resíduos têxteis podem ser categorizados em resíduos pré-consumo e resíduos pós-consumo. A Figura 5 apresenta de um lado, os resíduos pré-consumo, gerados no processo de fabricação (*Industry waste*), e de outro, os resíduos pós consumo, descartados após sua vida útil; os quais podem ser produzidos por residências (*household*), tais como tecidos, bolsas, roupas de cama, carpetes, cortinas; embalagens (*packaging*) e comércio e indústria (*commerce and industry*), como uniformes, têxteis industriais e de construção (SHIRVANIMOGHADDAM et al., 2020).

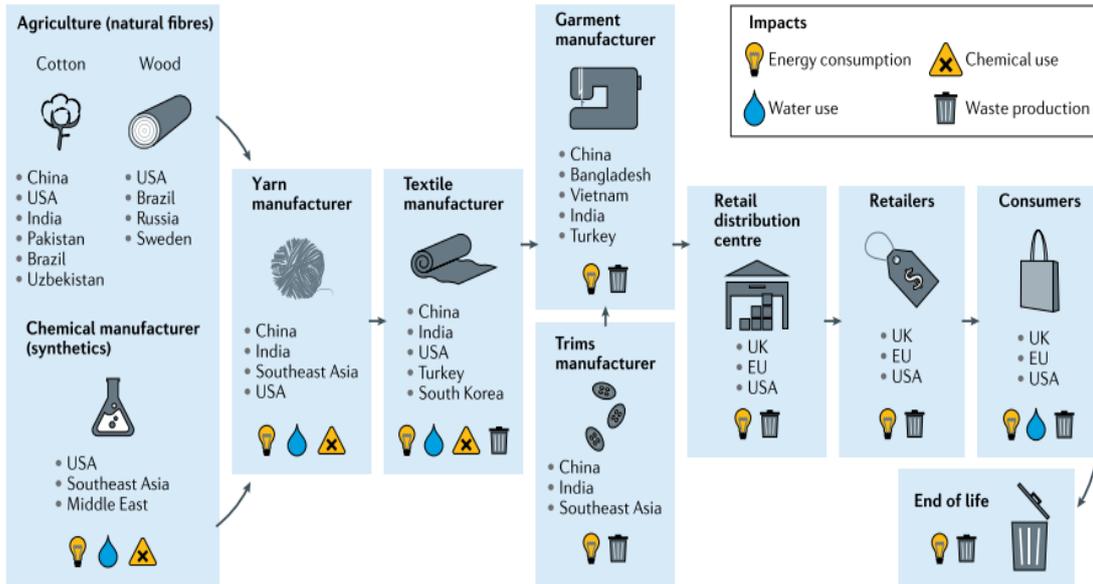
**Figura 5** - Categorias de resíduos têxteis



Fonte: Shirvanimoghaddam et al. (2020, p. 4)

A Figura 6 expõe as principais etapas da cadeia de suprimentos da moda/têxtil, contemplando a localização geográfica (países) e os impactos ambientais (Consumo de energia, uso de água, produção de resíduos e uso de produtos químicos) para cada etapa do processo. A cadeia de suprimentos de vestuário é distribuída globalmente, com grande parte da produção inicial de fibras e fabricação de roupas ocorrendo em países em desenvolvimento, enquanto o consumo ocorre normalmente em países desenvolvidos. Nota-se o Brasil com destaque na fabricação de fibras naturais (algodão e madeira).

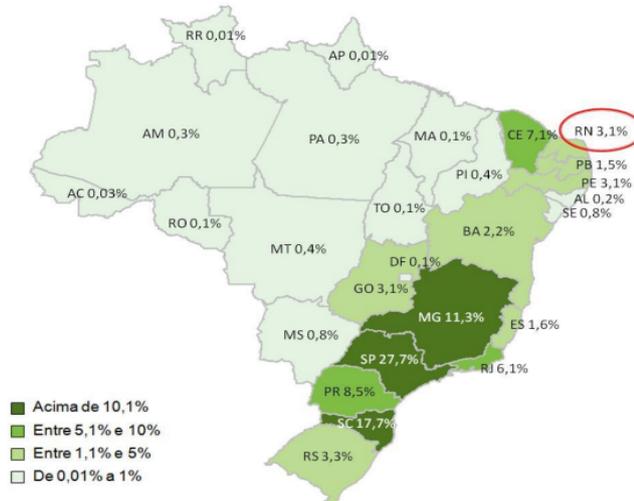
**Figura 6** - Cadeia de suprimentos de confecções



Fonte: Niinimäki et al. (2020, p.3)

Além do impacto da indústria têxtil no meio ambiente, também é possível observar, no que tange às dimensões da sustentabilidade, o comportamento desse setor na área social. A Figura 7 apresenta o percentual de pessoal empregado nas indústrias têxteis, distribuídos por estados da federação. Estes dados auxiliam na visualização do emprego de mão de obra na indústria têxtil.

**Figura 7** - Distribuição do pessoal ocupado na cadeia têxtil brasileira.



Fonte: SEBRAE-RN (2016)<sup>3</sup>

3. Mapa do pessoal ocupado independente do porte da empresa

Conforme a Figura 7, verifica-se que o maior percentual de pessoas ocupadas na indústria têxtil se concentra na região Sudeste, com destaque para os estados de São Paulo (27,7%) e Minas Gerais (11,3%). Na região Nordeste, o Ceará (7,1%) é o estado com maior participação, no que se refere ao emprego no setor têxtil, seguido por Rio Grande do Norte (3,1%) e Bahia (2,2%). Essa representação demonstra que variações no setor têxtil têm impactos diretos na área social.

Conforme relatório da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confeção (2018), no ano de 2017, o Brasil foi o 2º maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para os setores de alimentos e bebidas (juntos) e o 2º maior gerador do primeiro emprego. Já o estado do Ceará, de acordo com essa mesma pesquisa, ocupa a 5ª posição na produção têxtil nacional e gerou, no ano de 2017, aproximadamente, 60 mil empregos.

A Fundação Ellen MacArthur (2017) aponta para a necessidade de repensar o sistema global de fabricação têxtil, dedicando inclusive um relatório abrangente sobre o tema, o qual tem por finalidade demonstrar como o sistema de produção, distribuição e uso de roupas é poluente e grande desperdiçador de materiais. Este relatório aponta que menos de 1% do material usado para produzir a roupa é reciclado em roupas novas.

O site [www.circularity.eu](http://www.circularity.eu) apresenta 39 projetos na área têxtil com enfoque na EC, dentre os quais: A coleção *ESG green yarn*, feitas de fios reciclados pós-consumo como o denim e o *poliéster* reciclado; a 3SIXTY, que utiliza garrafas plásticas e as mistura com algodão para produzir toalhas; Nudie Jeans Co, que mistura fibras reutilizadas com algodão e forma novos jeans; além da Sympatex, que recicla roupas de trabalho descartadas em tecidos funcionais renováveis

Bruno (2016) aponta algumas tendências do setor têxtil para o ano de 2030, são elas: tendências econômicas, observadas na complexidade na utilização de sistemas ciberfísicos, autônomos, integrados e robotizados; tendências sociológicas, tais como as mudanças no consumo em decorrência de tendências de moda; tendências ambientais, entendendo o ciclo de vida do produto e as tendências tecnológicas, com ênfase na emissão de dados em tempo real para tomada de decisões.

No que se refere a políticas públicas com foco na EC, no ano de 2005, o governo chinês lançou a primeira rodada de projetos pilotos de Economia Circular em sete setores industriais chaves, com a participação de 42 empresas líderes: 4 empresas de lixo reciclável, 30 parques industriais e 10 províncias ou cidades. Já em 2007, uma segunda rodada de

projetos-pilotos expandiu a cobertura de setores e regiões, com a participação de empresas, parques industriais, cidades e províncias (CARDOSO, 2015).

O objetivo da implantação da política pública do governo chinês, envolvendo os setores industriais mencionados acima, foi de conscientizar os empresários e gestores das empresas que era possível manter o nível de ganho econômico com a adoção de estratégias que priorizem a redução do impacto ambiental e o melhor aproveitamento dos materiais envolvidos nos processos produtivos, ocasionando o desenvolvimento regional sustentável.

Na Europa, as práticas associadas à Economia Circular podem trazer redução de custos de mobilidade entre 60 a 80%, a partir de sistemas e soluções que usem energias renováveis, assim como redução no desperdício com a adoção de práticas que promovam o reúso de materiais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014).

A Ellen MacArthur Foundation (2017) demonstra algumas oportunidades no setor industrial brasileiro para a adoção de uma EC, dentre os principais setores destacam-se: o eletrônico, da construção civil, têxtil e plásticos. Em 2017, na indústria brasileira, foram investidos € 750 mil no consórcio ERA-MIN<sup>2</sup><sup>3</sup>, o qual contempla vinte e quatro organizações financiadoras de pesquisa, desenvolvimento e inovação na área de matérias-primas minerais e suas fontes secundárias, com enfoque na EC. (FINEP, 2017)

A produção científica sobre EC em diferentes áreas econômicas está em crescente ascensão, demonstrando a necessidade da discussão dessa temática no Brasil. Como exemplo, tem-se os estudos de Kirchherr; Reike e Hekkert (2017), os quais analisaram 114 definições de EC codificadas em 17 dimensões; Saavedra et al.. (2018), que apresentam a contribuição teórica da Ecologia Industrial para a EC; Murray, Skene e Haynes, (2017), analisam os conceitos e origens da EC por meio da exploração dos seus antecedentes na economia e na ecologia e Shirvanimoghaddam et al.. (2020), que, por meio de uma revisão sistemática da literatura, investigaram os impactos ambientais causados pela indústria têxtil e discutiram estratégias para uma economia têxtil circular.

No Brasil, destacam-se os estudos de Sehnem e Pereira (2018), que esclarecem as diferenças semânticas e conceituais dos termos: Economia Circular, economia espiral, *Cradle to Cradle*, *double loop*, *closed-loop*, logística reversa, análise do ciclo de vida, *upcycle* e simbiose industrial; Tiozzi et al.. (2019), os quais identificam as contribuições efetivas da EC para o desenvolvimento da Sustentabilidade; Oliveira França e Rangel (2018), que

---

3. O objetivo do consórcio ERA-MIN 2 é apoiar financeiramente, por meio de recursos não-reembolsáveis (grants), projetos transnacionais de pesquisa e desenvolvimento e inovação, que sejam desenvolvidos de forma conjunta por empresas e ICTs, no seguimento de matérias-primas não energéticas e não agrícolas.

objetivaram agregar princípios de EC no processo de desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais; além de relatórios da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT).

A pesquisa se justifica uma vez que o tema Economia Circular é uma discussão recente e envolve diferentes atores para o alcance do objetivo proposto. Conforme demonstrado anteriormente, estudos analisam o conceito e a relação da EC e a ecologia industrial.

A análise do papel da indústria têxtil do Ceará, no contexto da EC no Brasil, pode elencar alguns elementos necessários à elaboração de políticas públicas que integram os setores privado, a sociedade e o governo; visando tanto a eficiência dos processos produtivos, como a visão sistêmica de utilização dos recursos naturais. As políticas e estratégias de EC, desenvolvidas por países como Portugal, Alemanha e Holanda, serão demonstradas no Artigo 3 desta tese.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DA TESE

A primeira parte da tese apresenta a Introdução, a qual contempla uma caracterização do objeto de pesquisa, contendo também os objetivos gerais e específicos, a questão problema de pesquisa e a justificativa/relevância pela escolha do tema.

Na segunda parte, constam os estudos que estão apresentados na Matriz Metodológica de Amarração, adaptada de Da Costa, Ramos e Pedron (2019), a qual inclui os títulos, as questões de pesquisa e os objetivos gerais de cada artigo, bem como os procedimentos de coleta e análise de dados e o status de publicação. A seguir tem-se o Quadro 2, que apresenta a descrição de cada elemento citado:

**Quadro 2-** Matriz Metodológica de Amarração – MMA

<b>QUESTÃO CENTRAL DA PESQUISA:</b>					
Como a indústria têxtil cearense se insere em um contexto de Economia Circular no Brasil?					
<b>OBJETIVO GERAL</b>					
Analisar a inserção da indústria têxtil do estado do Ceará em uma Economia Circular Nacional					
<b>Título de cada artigo</b>	<b>Questão de pesquisa</b>	<b>Objetivo geral</b>	<b>Procedimentos de coleta de dados</b>	<b>Procedimentos de análise de dados</b>	<b>Status de publicação</b>
<b>Artigo 1</b> –	Qual a relação	Verificar as	– Levantamento de	-Análise	A submeter

<b>QUESTÃO CENTRAL DA PESQUISA:</b>					
Como a indústria têxtil cearense se insere em um contexto de Economia Circular no Brasil?					
<b>OBJETIVO GERAL</b>					
Analisar a inserção da indústria têxtil do estado do Ceará em uma Economia Circular Nacional					
Título de cada artigo	Questão de pesquisa	Objetivo geral	Procedimentos de coleta de dados	Procedimentos de análise de dados	Status de publicação
Relação conceitual entre EC, Ecologia Industrial e <i>Cradle to Cradle</i> : um ensaio teórico.	entre os conceitos de EC, <i>Cradle to Cradle</i> e Ecologia Industrial?	relações entre os conceitos e características da Ecologia Industrial, <i>Cradle to Cradle</i> e EC	artigos nas bases Scopus, utilizando as palavras-chaves Circular Economy and <i>Cradle to Cradle</i> and Industrial Ecology. – Pesquisa bibliográfica em teses, livros e artigos sobre a temática objeto do estudo.	descritiva dos artigos; – Verificação da relação entre os conceitos, semelhanças, características e diferenças.	
<b>Artigo 2</b> – Modelo <i>Input-Output</i> e EC: uma visão das relações entre setores econômicos.	Quais informações são obtidas, a partir da aplicação do modelo <i>Input-Output</i> , na análise da relação de setores econômicos, visando uma EC?	Analisar as informações obtidas a partir da aplicação do modelo <i>Input-Output</i> , na relação entre setores econômicos no Brasil.	– Pesquisa bibliográfica; – Levantamento de artigos nas bases de dados Scopus e Web of Science utilizando as palavras-chaves: <i>Input-Output</i> model and circular economy. – Dados do IBGE e IPECE.	-Análise descritiva dos artigos coletados;  – Análise dos dados coletados no IBGE e IPECE, além da aplicação do método.	Publicado na revista CONNEXIO v. 8 n. 1 (2019) de 6-11-2019
<b>Artigo 3</b> – Economia Circular e Relações de Sustentabilidade: uma análise do setor têxtil cearense	Como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos em um contexto de EC?	Analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos no contexto de uma EC.	– Dados dos setores econômicos no Brasil e no Ceará junto ao IBGE e IPECE; – Estudo multicaso com indústrias têxteis cearenses. – Entrevistas semiestruturadas com gestores das indústrias têxteis cearenses.	-Análise descritiva; – Análise dos dados obtidos pela aplicação do modelo <i>Input-Output</i> ; – Análise de conteúdo.	A submeter

Fonte: Adaptado de Da Costa, Ramos e Pedron (2019, p. 166)

Na terceira parte encontra-se a conclusão e considerações finais da tese, abordando as respostas para os objetivos propostos e a questão problema, apresentando os principais resultados e sugerindo ações para inserção da indústria têxtil em uma EC. Por fim, apresentam-se as referências utilizadas para embasamento da pesquisa. Cada artigo apresentado está estruturado da seguinte forma: título, resumo, *abstract*, introdução,

referencial teórico, método, análise e discussões dos resultados e considerações finais. Todas as referências utilizadas nos artigos estão ao final da tese.

Para uma tese estruturada na forma de artigos é necessário que estes estejam alinhados, de modo que o objetivo geral seja atendido e a questão problema seja respondida. O primeiro artigo contempla uma discussão teórica sobre os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e EC, necessária para que se compreenda os artigos seguintes. Os estudos apresentados, as categorias de análise e a identificação e evidenciação de semelhanças e diferenças entre as abordagens estudadas são fundamentais para que se consiga compreender o que é e como surge a EC.

O segundo artigo descreve o método *Input-Output* e a sua aplicação, utilizando-se de pesquisas bibliométricas, no intuito de analisar as principais informações obtidas das relações entre setores econômicos no Brasil. A escolha do método *Input-Output* foi realizada em decorrência do modelo explicativo e da necessidade de demonstrar o cenário atual das relações econômicas no que se refere a oferta e demanda de produtos.

O Método *Input-Output*, também conhecido como Análise de Entrada-Saída, é o nome dado a uma estrutura analítica desenvolvida por Leontief no final da década de 1930, a qual corresponde a um modelo construído a partir de dados econômicos, observados para uma região geográfica específica (nação, estado, município etc.) (MILLER e BLAIR, 2009).

No artigo 3, foi realizado um estudo multicaso na indústria têxtil cearense, visando analisar como a mesma se relaciona com os demais setores econômicos em um contexto de EC, identificando os principais gargalos e propondo ações que poderão ser implementadas, visando tornar as relações mais circulares, com foco no desenvolvimento sustentável.

## 2 ARTIGO 1 – RELAÇÃO CONCEITUAL ENTRE ECONOMIA CIRCULAR, ECOLOGIA INDUSTRIAL E *CRADLE TO CRADLE*: UM ENSAIO TEÓRICO

**Autores:** Milton Jarbas Rodrigues Chagas

Armando de Azevedo Caldeira-Pires

### RESUMO

A preocupação com a redução dos impactos ambientais e, ao mesmo tempo, a busca constante pela eficiência no setor produtivo, que atenda as demandas sociais e implemente ações sustentáveis, exige que os gestores estabeleçam modelos de negócios que integrem a busca por resultados positivos, associados à manutenção do capital natural, por meio de políticas de sustentabilidade. Dentre os conceitos que tem por objeto a compreensão de fluxos de materiais e energia em um processo industrial, objetivando a adoção de práticas sustentáveis, destacam-se os de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular. Neste sentido, este artigo busca responder a seguinte questão: qual a relação entre os conceitos de Ecologia Industrial *Cradle to Cradle* e Economia Circular?, propondo-se a verificar as relações entre os conceitos e as características da Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular, investigando as principais diferenças e semelhanças existentes entre eles. Realizou-se um ensaio teórico, no qual foram analisados os conceitos e características, além da realização de uma pesquisa na base de dados *Scopus*, utilizando-se os termos: “*Circular Econom\**” and “*Cradle to Cradle*” and “*Industrial Ecolog\**”. Como resultados, verificou-se que há relação entre os três conceitos analisados no que se refere à análise de fluxos de materiais e energia em processos industriais, compreendendo todo o ciclo de vida, desde a etapa de *design* do produto até a reinserção do material de volta ao sistema.

**Palavras-Chave:** Economia Circular; *Cradle to Cradle*; Ecologia Industrial

## ABSTRACT

The concern with mitigating environmental impacts, while constantly searching for efficiency in the productive sector, which meets social demands and implements sustainable actions, requires managers to implement business models which are able to integrate the search for positive results, along with the maintenance of natural capital, through sustainability policies. Among the concepts that aim at understanding material and energy flows in an industrial process, in view of the adoption of sustainable practices, are those of Industrial Ecology, Cradle to Cradle and Circular Economy. In this sense, this article seeks to answer the following question: what is the relationship between the concepts of Industrial Ecology, Cradle to Cradle and Circular Economy?, aiming to verify the relationships between the concepts and the characteristics of Industrial Ecology, Cradle to Cradle and Circular Economy, investigating the main differences and similarities between them. A theoretical essay was carried out, in which the concepts and characteristics were analyzed, as well as a search in the Scopus database, using the terms: "Circular Econom\*" and "Cradle to Cradle" and "Industrial Ecolog\*". As results, it was verified that there is a relationship between the three concepts analyzed regarding the analysis of material and energy flows in industrial processes, comprising the entire life cycle, from the product design stage to the reinsertion of the material back into the system.

**Keywords:** Circular Economy; Cradle to Cradle; Industrial Ecology

## 2.1 INTRODUÇÃO

Bursztyn e Bursztyn (2012) já apontavam que um dos elementos cruciais para compreender os problemas atuais da humanidade é o esforço de promover um entrosamento do olhar econômico com a dimensão ambiental. O sistema econômico interage com o meio ambiente, extraindo recursos naturais fundamentais e despejando dejetos (MÜELER, 2012).

A preocupação com a redução dos impactos ambientais e, ao mesmo tempo, a busca constante pela eficiência no setor produtivo, que atenda as demandas sociais e implemente ações sustentáveis, fazem com que gestores estabeleçam modelos de negócios que integrem a busca por resultados positivos, associados à manutenção do capital natural, por meio de políticas de sustentabilidade (COBO, DOMINGUEZ-RAMOS e IRABIEN, 2017).

De acordo com Geissdoerfer *et al.* (2017), espera-se que um sistema econômico minimize a entrada e o desperdício de recursos, a emissão e o vazamento de energia do sistema e mitigue os impactos negativos, sem comprometer o crescimento e a prosperidade.

Para Sandin e Peters (2018), atualmente vivemos em uma economia de materiais amplamente linear, na qual o uso de recursos naturais são caracterizados pela sequência “extrair – produzir – usar – descartar”. Os mesmos autores argumentam que devido ao aumento da população e da riqueza e a capacidade limitada do planeta de fornecer recursos e absorver resíduos, necessita-se de uma transição para uma forma mais circular de usar materiais.

Para Merli, Preziosi e Acampora (2018), a definição de Economia Circular não é estática e contém um amplo conjunto de princípios e propostas que foram formuladas nas últimas décadas tais como: “*design* regenerativo” (Lyle, 1994), “economia de desempenho” (Stahel, 2008), “*Cradle-to-Cradle*” (Braungart et al., 2007) e “ecologia industrial” (Erkman, 1997). Outros conceitos relacionados à Economia Circular são “Economia Espiral” (Harwood, 2017), “*double loop*” (Argyris, 1976), “*closed-loop*” (Bocken *et al.*, 2016), logística reversa (Rogers e Tibben-Lembke, 1998), “análise do ciclo de vida” (Seo e Kulay, 2006, “*upcycle*” (Zimring, 2016) e “simbiose industrial” (Chertow, 2000).

Para Kirchherr et al. (2017), mesmo com a publicação de diversos estudos nos últimos anos, há a necessidade de mais pesquisa sobre o desenvolvimento conceitual da EC devido à grande dispersão conceitual. A EC foi conceituada considerando que o crescimento

econômico leva à degradação ambiental e à superexploração dos recursos naturais, reduzindo a capacidade reprodutiva da biosfera (LIEDER e RASHID, 2016)

O estudo de Sehnem e Pereira (2019) esclarece as diferenças semânticas e conceituais dos termos: EC, Economia Espiral, *Cradle to Cradle*, *double loop*, *closed-loop*, logística reversa, análise do ciclo de vida, *upcycle* e simbiose industrial. Já Bacovis (2019) realizou uma revisão sistemática da literatura sobre EC, sintetizando-a por meio de mapas conceituais.

Este artigo se diferencia dos anteriores por se propor a compreender como os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular se relacionam, investigando as principais diferenças e semelhanças existentes entre eles. A escolha dos três conceitos para análise ocorre devido o objeto de investigação dos mesmos estarem relacionados à visão sistêmica da produção, repensando todo o sistema operativo, formando uma nova estrutura econômica (ALIGLERI, ALIGLERI e KRUGLIANSKAS, 2016).

A partir da identificação de semelhanças e diferenças conceituais, é possível contribuir na compreensão sobre cada conceito, auxiliando na análise e definição de ações que objetivem reduzir o impacto ambiental e promover o desenvolvimento econômico e social.

Este artigo busca responder a seguinte questão problema: ***qual a relação entre os conceitos de Ecologia Industrial Cradle to Cradle e Economia Circular?***. Aborda nas próximas seções o referencial teórico, visando melhor compreender os conceitos, seguido pelo método, a análise de resultados e as considerações finais.

## 2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.2.1 Ecologia Industrial

A Ecologia Industrial se preocupa, principalmente, com o rastreamento de fluxos e estoques de substâncias e materiais, principalmente, aqueles cujos ciclos são fortemente influenciados pelas atividades industriais, como base para reduzir o impacto do processo produtivo no meio ambiente (DUCHIN e HERTWICH, 2003).

A Ecologia Industrial, conforme Lifset e Graedel (2002), é Industrial, uma vez que se concentra no *design* de produtos e nos processos de fabricação. As indústrias são consideradas agentes de melhoria ambiental por possuírem o conhecimento tecnológico essencial para a execução bem-sucedida de projetos e produtos ambientalmente informados.

É também Ecológica, pois utiliza os modelos de ecossistemas biológicos como modelos de atividades industriais, assim como os sistemas econômicos, são vistos não isoladamente dos sistemas circundantes, mas em conjunto com eles (LIFSET e GRAEDEL, 2002)

De acordo com Graedel e Allenby (1995), a Ecologia Industrial corresponde ao estudo dos fluxos de materiais e de energia através de sistemas industriais. Frosch e Gallopoulos (1989) argumentam que a Ecologia Industrial adota um olhar sobre os ecossistemas "naturais" não-humanos como modelos para a atividade industrial.

A abordagem da Ecologia Industrial surge em uma época em que se observa, cada vez mais, que abordagens tradicionais e reativas, como “fim de linha”, são insuficientes para tratar da questão dos resíduos industriais de processos de fabricação de produtos (Frosch e Gallopoulos, 1989). Na visão da abordagem de “fim de linha”, não há preocupação com o descarte dos resíduos, a preocupação é a maximização da eficiência na fabricação dos produtos.

É possível observar que a abordagem da Ecologia Industrial surge no intuito de considerar a adoção de estratégias nas quais haja a reinserção dos resíduos produzidos novamente no sistema. Nota-se que a análise dos insumos, matérias-primas e processos, além da inserção de recursos naturais no processo industrial, é necessária tanto no planejamento de bens e serviços como no reaproveitamento e reuso dos seus componentes na fabricação de novos bens e serviços.

Os resíduos e rejeitos, que antes eram despejados no meio ambiente, são reinseridos na cadeia produtiva, formando bens úteis ao atendimento das necessidades sociais, preocupando-se também com a qualidade desse novo bem. A partir da formação de novos bens, reaproveitando os resíduos, as empresas conseguem atender um maior nicho de mercado.

Para Weetman (2019), a Ecologia Industrial visa ajudar as empresas na compreensão do uso de recursos, no monitoramento dos fluxos de materiais, energia e água, e na responsabilização pelo produto durante o seu ciclo de vida. A preocupação é identificar e analisar os recursos que compõem o produto ou serviço desde o início do seu ciclo até o fim do uso. O rastreamento dos fluxos de materiais e energia utilizados na produção é um

componente possível de ser identificado em diferentes conceitos (WEETMAN, 2019; FROSC e GALLOPOULOS, 1989)

A Ecologia Industrial, com as suas ferramentas, pode auxiliar na transição de uma economia linear para uma EC, uma vez que compreende o estudo não apenas das variáveis econômicas, mas da influência do ecossistema ambiental no processo produtivo (SAAVEDRA *et al.*, 2018)

Conforme Ayres e Ayres (2002), a Ecologia Industrial concentra-se tanto no *design* de produto e nos processos de fabricação, assim como na indústria como a porção da sociedade que mais produz bens e serviços. As indústrias utilizam tecnologia tanto para a redução da deterioração de recursos como para a melhoria contínua dos processos.

Para Chertow (2000), a Ecologia Industrial possui três níveis de atuação, conforme descritos na Figura 8: o nível micro, que corresponde às atividades internas à organização (Ecodesign, contabilidade verde); o nível meso, refere-se às relações interorganizacionais (Simbiose Industrial, Ecoparque Industrial) e, o nível macro, relacionando a análise do fluxo de materiais e energia, além de políticas e planos de desenvolvimento.

**Figura 8** - Ecologia Industrial opera em três níveis



Fonte: Chertow (2000, pág.315)

Os três níveis da Ecologia Industrial apresentados por Chertow (2000) podem ser analisados mediante o dimensionamento que se busca na pesquisa, seja ela quando se trata de análise interna a empresa, ou quando se analisa as relações entre empresas ou outros agentes. Erkman (2002) aponta que a Ecologia Industrial pode ser fonte de vantagem competitiva,

permitindo que eventuais resíduos se tornem subprodutos comercializáveis, dada a necessidade de aumento de eficiência na utilização de energia e de materiais e na eliminação de perdas.

É possível, neste sentido, inferir que a utilização da Ecologia Industrial, na análise das relações industriais e de consumo, verificando o fluxo de massa e energia, é fundamental para a gestão com maior eficiência dos processos e a redução de externalidades negativas, ou seja, os resíduos podem ser analisados no processo fabril, no consumo/uso dos bens e no seu descarte. Os impactos negativos correspondem a poluição de solo, água e emissão de gases de efeito estufa.

### 2.2.2 Cradle to Cradle

Outro conceito que se relaciona no contexto industrial é o chamado *Cradle to Cradle* (C2C), o qual pode ser traduzido como “do berço ao berço” e é responsável por designar uma estrutura de produção que visa a qualidade do produto e a inovação (MCDONOUGH e BRAUNGART, 2002). Quando se planeja um produto desde sua concepção até o aproveitamento dos seus componentes após uso, busca-se reduzir o impacto no meio ambiente e a ampliação de possibilidades mercadológicas.

O *Cradle to Cradle* apresenta um conceito alternativo de *design* e produção para estratégias de emissão zero de resíduos e ecoeficácia, os quais buscam reduzir as consequências negativas não intencionais dos processos de produção e consumo de bens, incorporando aspectos sociais, econômicos e ambientais. Esses aspectos vão desde a redução na extração de matérias-primas e da emissão de gases de efeito estufa, assim como a fabricação de produtos recicláveis de maior acesso à população com menor renda.

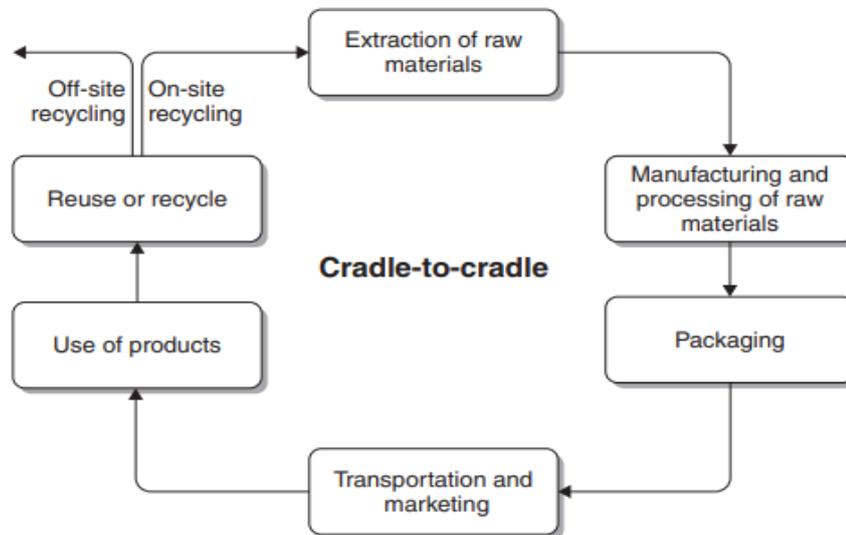
A transição para sistemas industriais ecoeficazes requer um processo de eliminação de substâncias indesejáveis, reinventando os produtos, apoiando simultaneamente sistemas ecológicos e sociais (BRAUNGART, MCDONOUGH e BOLLINGER, 2007). Sistemas ecológicos, no sentido de reaproveitamento de materiais, e sociais, no que se refere à educação quanto ao consumo consciente.

Para Aligleri, Aligleri e Kruglianskas (2016), o *Cradle to Cradle* é uma plataforma de inovação paradigmática, uma vez que visa substituir o modelo atual de uso e descarte por um novo sistema industrial, no qual materiais retornam ao ciclo produtivo infinitas vezes. É

inspirado no modelo da natureza e objetiva estimular um método de produção inteligente e sem desperdícios.

Na Figura 9, é possível verificar o conceito de *Cradle to Cradle* descrito por El-Haggar (2007), o qual demonstra a reutilização de materiais, sem qualquer produção de resíduo ou sua reciclagem, não existindo qualquer impacto negativo no ambiente gerado dentro do circuito fechado do ciclo de vida do produto. As indústrias podem implementar este conceito a partir do momento que alteram seus produtos de um *design*, que os destina ao descarte, em aterros sanitários, ao fim da vida útil; para um produto projetado, onde os materiais circulam em um circuito fechado, sem perder recursos naturais.

**Figura 9** - Nova análise do ciclo de vida baseada no conceito de *Cradle to Cradle*



Fonte: El-Haggar (2007, p. 17)

Observa-se, na Figura 9, acima, que o circuito fechado, baseado no conceito de *Cradle to Cradle*, vai desde a etapa de extração e processamento da matéria-prima, passando pela fase de embalagem, transporte, uso dos produtos, reuso ou reciclagem e o retorno ao processo ou disposição final. Este conceito difere do modelo tradicional de análise de ciclo de vida, o qual encerra na etapa de disposição dos resíduos, não retornando novamente ao processo.

Para Niero *et al.* (2017), o sistema C2C adota uma abordagem "orientada a objetivos". Um dos objetivos do C2C é gerar "metabolismos" cíclicos, ou seja, reaproveitar os resíduos gerados em cada etapa do processo produtivo na fabricação de novos produtos, permitindo redesenhar os materiais para que estes melhorem a sua qualidade. Os "metabolismos" se referem às transformações ocorridas na fabricação do produto.

O conceito do berço ao berço promove o desenvolvimento sustentável, baseado na crença de que os esforços humanos podem imitar o sistema da natureza de produtividade segura e regenerativa, transformando indústrias em empresas sustentáveis e eliminando o conceito de desperdício. De acordo com o conceito do berço ao berço, os produtos são projetados para serem feitos de materiais que podem ser fabricados, usados, recuperados e reutilizados, mantendo o alto valor ao longo do ciclo de vida (EL-HAGGAR, 2007).

### 2.2.3 Economia Circular

A introdução do conceito de Economia Circular é atribuída a Pearce e Turner (1990), e está intimamente ligado ao conceito de sustentabilidade (GEISSDOERFER *et al.*, 2017), uma vez que busca o desenvolvimento econômico com redução dos impactos ambientais (YUAN *et al.*, 2006).

Para Haas *et al.* (2015), a Economia Circular (EC) é uma estratégia simples, mas convincente, que visa reduzir tanto a entrada de materiais virgens quanto a produção de resíduos, fechando loops econômicos e ecológicos de fluxos de recursos. A ideia de uma EC envolve que o valor e a utilidade dos produtos sejam estendidos e que a produção e o consumo sejam utilizados como recursos secundários (MAYER *et al.*, 2019).

Sauvé, Bernard e Sloan (2016) argumentam que a EC tem por objetivo otimizar o uso de recursos virgens e reduzir a poluição e o desperdício em cada etapa do processo produtivo, na medida do possível e desejável. A constante adaptação, regeneração, recriação e inovação em termos de práticas sustentáveis gera conceitos que agregam e congregam elementos que têm o potencial para produzir efeitos substantivos sobre a sustentabilidade (SEHNEM e PEREIRA, 2019).

Conforme Saavedra *et al.* (2018), a EC representa, atualmente, uma opção viável para países, governos, universidades e sociedades, capaz de transformar os materiais lineares e semicirculares e os fluxos de energia em fluxos circulares, obtendo benefícios sustentáveis por meio do aproveitamento dos materiais destinados à produção, reduzindo o desperdício e o impacto ambiental.

De acordo com Lewandowski (2016), o conceito geral implícito na EC foi desenvolvido por muitas escolas de pensamento, tais como *Design Regenerativo*, Economia

de Desempenho, *Cradle to Cradle*, Ecologia Industrial, Biomimética, Economia Azul, Capitalismo Natural, Metabolismo Industrial e Simbiose Industrial (*Ellen MacArthur Foudation*, 2012, 2013; Lovins, Lovins e Hawken, 1999; Ayres e Simonis, (1994), sendo essas escolas complementares entre si e basilares para os principais fundamentos dessa nova abordagem econômica.

Uma Economia Circular visa o tratamento do lixo de forma que este seja novamente transformado em recurso e reinserido na cadeia produtiva para reuso, invertendo a tendência linear dominante de extração, processamento, consumo/uso, finalizando com o descarte das matérias-primas. O objetivo final da EC é o de preservar os recursos naturais, mantendo o mesmo crescimento econômico e minimizando os impactos ambientais (GHISELLINI et al., 2016; LIEDER and RASHID, 2016).

A EC é uma abordagem que transforma a função dos recursos na economia. O desperdício das fábricas se torna um insumo valioso para outro processo, podendo os produtos serem reparados, reutilizados ou atualizados em vez de descartados. A ideia de uma EC corresponde a produção mínima de resíduos, os quais, se gerados, se tornam uma matéria-prima. O desperdício e o melhor uso de recursos, ao transitar de um modelo linear para o circular, apresenta-se como impulsionadores do seu desenvolvimento (WYSOKINSKA, 2018; GEISSDOERFER *et al.*, 2017; NIERO *et al.*, 2017; ELLEN MACARTHUR FOUADATION, 2012; EL-HAGGAR, 2007).

Para Pomponi e Moncaster (2017) a principal inovação dentro da ideia de uma Economia Circular consiste em desassociar o esgotamento e o crescimento do consumo de recursos, permitindo, assim, que haja desenvolvimento econômico e rentabilidade cada vez maiores, sem que exista uma pressão crescente sobre o meio ambiente. Para Sauvé, Bernard e Sloan (2016) a EC é conceituada como um modelo de produção e consumo de bens através de fluxos de materiais de circuito fechado que analisam externalidades ambientais ligadas à extração de recursos virgens e à geração de resíduos, inclusive a poluição.

De acordo com Murray, Skene e Haynes (2017) a EC é considerada como sendo um modelo econômico onde planejamento, recursos, compras, produção e reprocessamento são projetados e gerenciados, tanto como processo como em resultados, para maximizar o funcionamento do ecossistema e o bem-estar humano.

Andersen (2007) afirma que a EC aborda as interligações das quatro funções econômicas do meio ambiente: 1) ser um sistema fundamental de suporte à vida, 2) proporcionar qualidade de vida, 3) ser base para o fornecimento de recursos e 4) receber os descartes de materiais provenientes das atividades econômicas. McDonough *et al.*, (2003)

classificam a Economia Circular como um sistema que se alimenta de energia renovável e onde os materiais avançam em circuitos fechados, seguros e regenerativos.

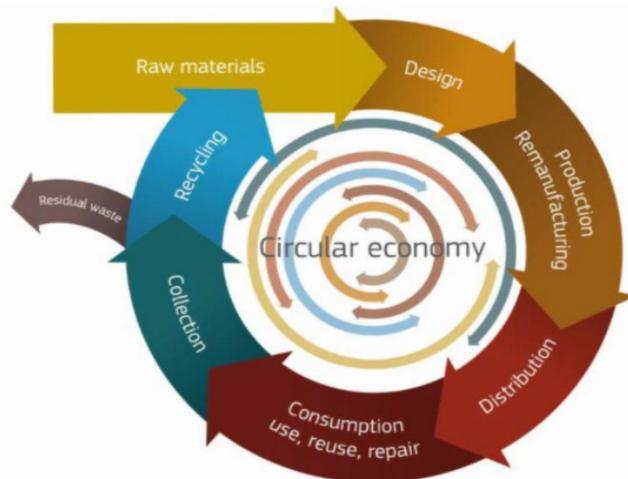
Kirchherr; Reike e Hekkert, (2017), analisaram 114 definições de Economia Circular e puderam concluir que é descrita, mais frequentemente, como uma combinação de atividades de redução, reutilização e reciclagem. Além disso, os autores concluíram que nos trabalhos analisados, raramente, dá-se enfoque à necessidade de mudança sistêmica que a EC necessita.

O método de investigação adotado por Kirchherr; Reike e Hekkert, (2017) contemplou estudos relacionados à atribuição de conceitos à EC, assim como entrevistaram acionistas com o objetivo de analisar a visão e compreensão desses quanto a temática da EC

De acordo com Geisendorf e Pietrulla (2017), o conceito de EC vem ganhando cada vez mais atenção dos “*policy makers*”, da academia e da indústria. No entanto, ainda falta uma definição amplamente aceita e precisa de uma EC, uma vez que o seu conceito é aplicado de diferentes maneiras pelas partes interessadas, dependendo de seus interesses específicos (MURRAY, SKENE e HAYNES. 2017).

Na Figura 10, é possível observar as etapas da EC, a qual ocorre quando se utiliza a matéria-prima (*raw materials*) na produção e busca-se evitar, ao máximo, a emissão de poluentes e resíduos; visando o reaproveitamento na fabricação de novos produtos. Verifica-se que quando se integra as etapas como consumo, uso, reúso e reparo; remanufatura da produção, planejamento do produto e reciclagem, tem-se uma eficiência produtiva e uma redução de desperdícios.

**Figura 10** - Economia Circular

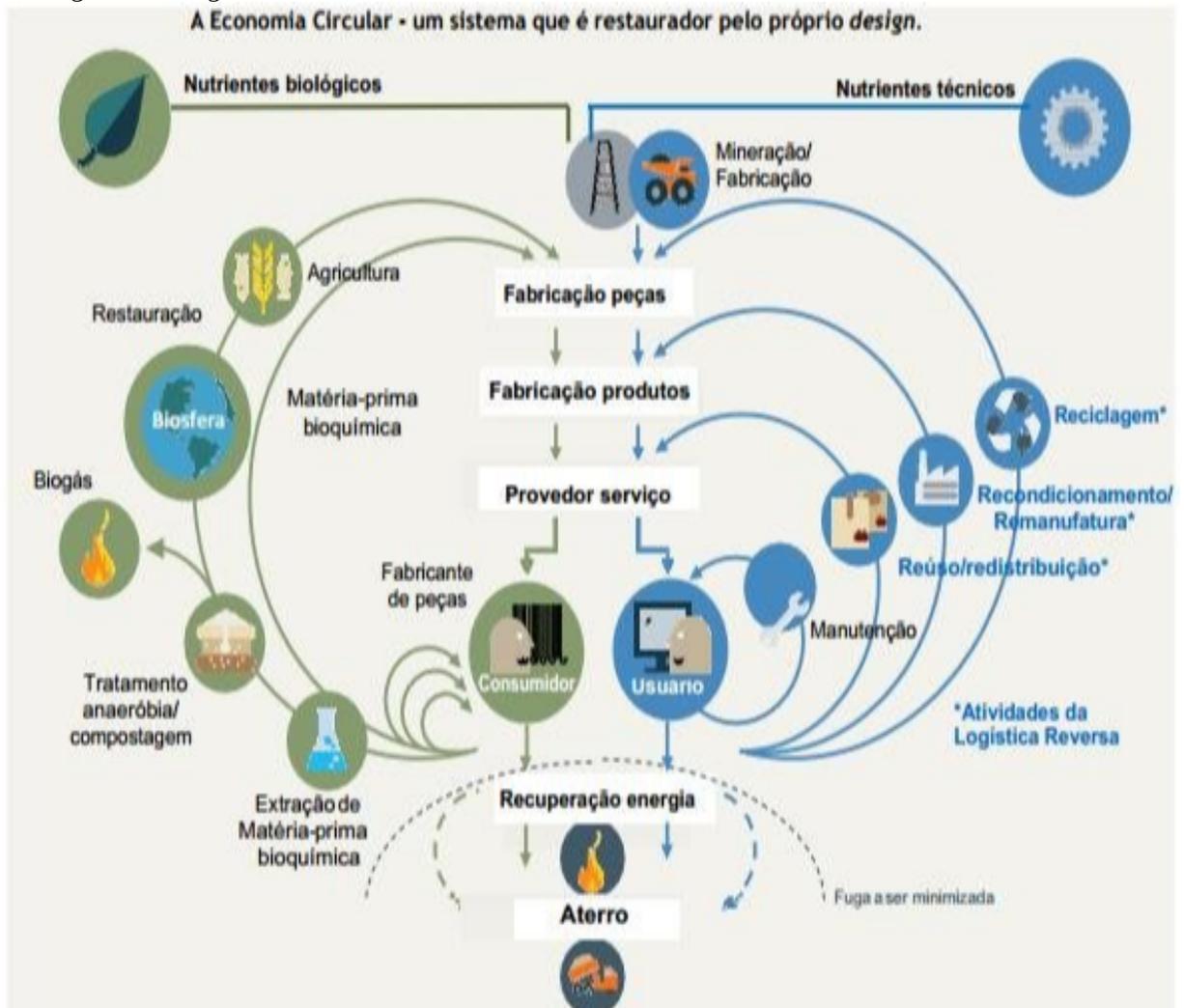


**Fonte:** Comissão Europeia, 2014

De acordo com Cobo, Dominguez-Ramos e Irabien (2017), um sistema circular integrado de gestão de resíduos, deve abranger os subsistemas que conectam a transformação de matérias-primas em resíduos com o subsistema de tratamento de resíduos, de modo que as consequências da recirculação dos materiais nos subsistemas possam ser totalmente contabilizadas.

A Fundação Ellen MacArthur (2017) elenca três princípios para uma EC: 1) preservar e aprimorar o capital natural, controlando estoques finitos e equilibrando os fluxos de recursos renováveis; 2) otimizar o rendimento de recursos, fazendo circular produtos, componentes e materiais em uso no mais alto nível de utilidade e 3) estimular a efetividade do sistema, revelando e excluindo as externalidades negativas. A Figura 11 representa graficamente os princípios elencados.

Figura 11 - Diagrama do Sistema da Economia Circular



Fonte: Ellen MacArthur Foundation, (2017, p.11).

É possível verificar na Figura 11, de um lado, os nutrientes técnicos (reciclagem, remanufatura, reúso) e de outro, os nutrientes biológicos (extração de matéria-prima, restauração). O processo demonstra a inserção dos nutrientes (técnicos e/ou biológicos) na retroalimentação do sistema, de modo a recuperar o máximo possível de utilidade do bem e a utilização eficiente e eficaz dos recursos disponíveis. Por meio da análise do processo produtivo dos diferentes ramos de atividades, é possível obter informações necessárias para a adoção de estratégias, visando a EC.

### 2.3 MÉTODO

Essa pesquisa tem características quali-quantitativa, uma vez que apresenta a quantidade de artigos publicados sobre a temática em estudo e, em seguida, analisa os aspectos conceituais e as relações existentes entre as abordagens da EC, Ecologia Industrial e *Cradle to Cradle*.

Foi realizada uma revisão sistemática que, conforme Rother (2007), além de utilizar dados da literatura sobre um tema, seguem rigorosamente um método em sua elaboração. O levantamento da quantidade de artigos publicados ocorreu na base de dados *Scopus*, uma vez que, conforme Mugnaini e Sales (2013), contém uma quantidade abrangente de periódicos nacionais e regionais. As palavras-chave utilizadas foram: “*Circular Econom\**” or “*Industrial Ecolog\**” or “*Cradle to Cradle*”. O intuito foi identificar a finalidade e o objetivo da utilização destes conceitos como embasamento teórico nas pesquisas já realizadas.

A busca ocorreu no mês de maio de 2020, considerando artigos em todos os idiomas até o ano de 2020. Neste tópico foram analisados os estudos que utilizaram os termos Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e EC. Por meio de uma bibliometria foram identificados 6.199 artigos publicados, contendo uma ou mais das palavras chaves pesquisadas.

Limitando a busca pelas palavras-chave e o operador booleano “and”: “*Circular Econom\**” and “*Industrial Ecolog\**” and “*Cradle to Cradle*”, foram encontrados 11 artigos contendo as três palavras-chave simultaneamente. A apresentação dos dados descritivos está na seção de análise de resultados.

Após a identificação dos artigos, procedeu-se a análise dos conceitos, considerando também os autores expostos no referencial teórico. A forma de análise foi por meio do ensaio, o qual é caracterizado pela sua natureza reflexiva e interpretativa, concentrando-se na relação quantitativa *versus* qualitativa (MENEGETTI, 2011)

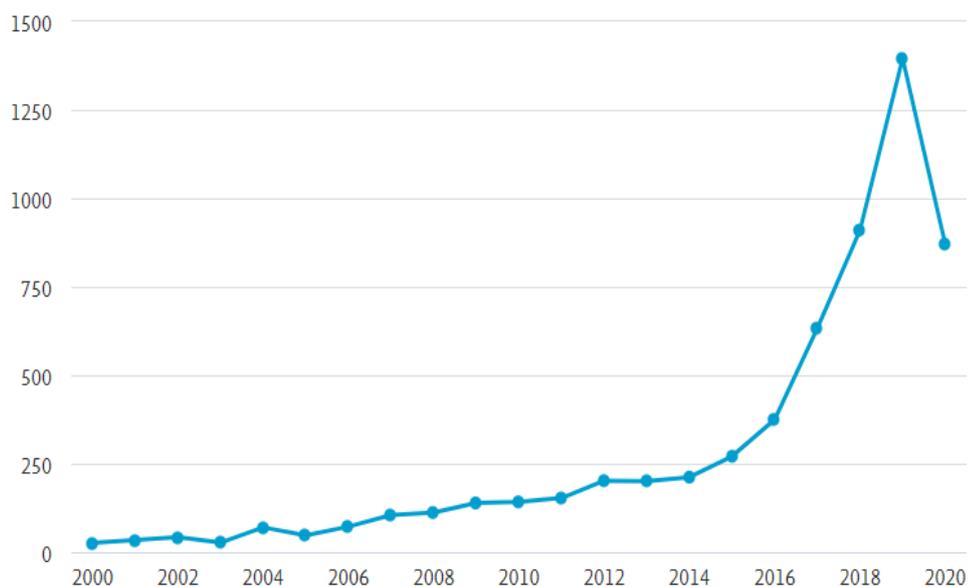
Foram definidas categorias de análise, de modo a identificar as semelhanças e diferenças conceituais de cada abordagem. Essas categorias foram: objeto, modelo de produção e consumo, objetivo/finalidade, metodologia/visão, atores impactados e relações estabelecidas. A análise está demonstrada na próxima seção.

## 2.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesse tópico são apresentados o quantitativo de artigos pesquisados, envolvendo as palavras chaves “*Circular Economy*”, “*Industrial Ecology*” e “*Cradle to Cradle*”, assim como as relações e diferenças conceituais entre os termos citados.

Inicialmente foram identificados 6.199 artigos publicados, contendo uma ou mais das palavras chaves pesquisadas. Destaca-se que a partir de 2006 houve um aumento de publicações, as quais utilizavam as abordagens da EC, Ecologia Industrial e *Cradle to Cradle*, com destaque para o ano de 2019 com 1.396 publicações, conforme exposto no Gráfico 1. No ano de 2020, considerando ainda não conclusivo, já havia 870 pesquisas publicadas.

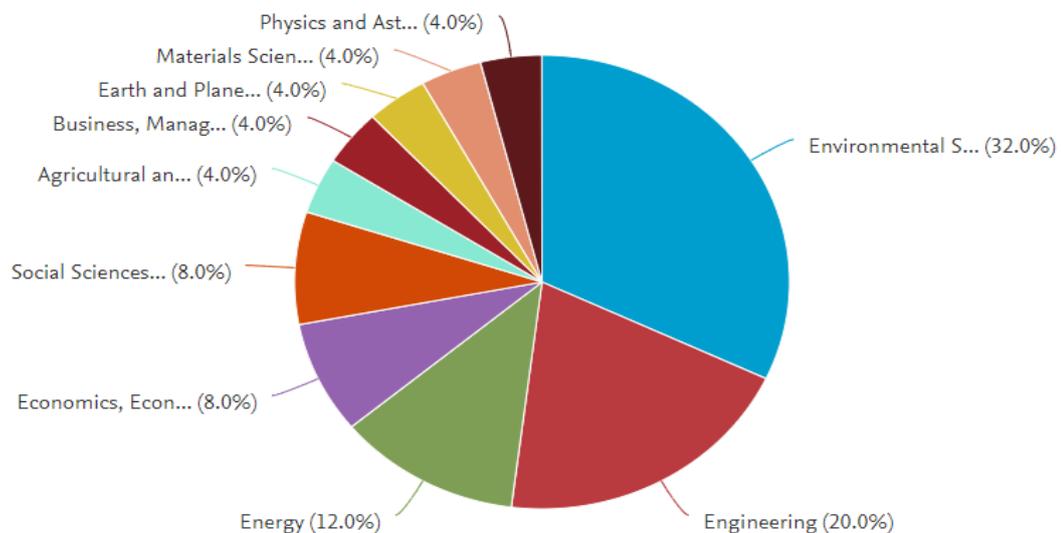
**Gráfico 1-** Número de publicações por ano



Fonte: Elaborado pelos autores, 2020.

Visando analisar os estudos que utilizaram os termos EC, C2C e EI juntos na mesma pesquisa, foi realizada uma busca na base de dados *Scopus* com as seguintes palavras-chave e o operador booleano “and”: “*Circular Econom\**” and “*Industrial Ecolog\**” and “*Cradle to Cradle*”. Foram encontrados 11 artigos contendo as três palavras-chave simultaneamente. Inicialmente, verifica-se, conforme Figura 18, que a maior parte dos artigos publicados estão vinculados à área temática de Ciência Ambiental (32%), seguida da Engenharia (20%) e Energia (12%). Pode-se observar que os estudos estão direcionados pela preocupação dos impactos ambientais.

**Figura 12-** Áreas Temáticas vinculadas aos termos *Circular Economy and Industrial Ecology and Cradle to Cradle*



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2020.

Os dados referentes aos títulos dos artigos, nome dos autores, ano de publicação e os nomes dos periódicos onde foram publicados estão elencados no Quadro 3. É possível perceber que as publicações, envolvendo os três termos pesquisados, iniciaram a partir de 2013, sendo o ano de 2018 o que possui o maior número delas. Dentre os periódicos, a maior quantidade de publicações ocorreu no *Journal of Cleaner Production* e no *Resources, Conservation and Recycling*, com duas publicações em cada um deles. Os autores Niero e Olsen tiveram duas publicações cada, observando que as duas foram realizadas em conjunto.

**Quadro 3-** Relação de artigos, autores, anos e periódicos contendo as palavras Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular

	TÍTULO DO ARTIGO	AUTORES	ANO PUB.	PERIÓDICO
01	Making the circular economy work for human development	Schröder P., Lemille A., Desmond P.	2020	Resources, Conservation and Recycling
02	Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools	Kalmykova Y., Sadagopan M., Rosado L.	2018	Resources, Conservation and Recycling
03	Renewable energy and carbon management in the Cradle-to-Cradle certification: Limitations and opportunities	Niero M., Olsen S.I., Laurent A.	2018	Journal of Industrial Ecology
04	Antioxidant activity of citrus peel and seeds extracts	Damian C.	2018	International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM
05	Analyzing and Measuring Circularity – Teaching and Industrial Tools by Granta Design	Ashby M., Vakhitova T.	2018	MRS Advances
06	Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems: Lessons from the Carlsberg Circular Community	Niero M., Hauschild M.Z., Hoffmeyer S.B., Olsen S.I.	2017	Journal of Industrial Ecology
07	Extraction and utilisation of bioactive compounds from agricultural waste	Azeez S., Narayana C.K., Oberoi H.S.	2017	Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural and Food Production Waste
08	Life Cycle Assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture	Strazza C., Magrassi F., Gallo M., Del Borghi A.	2015	Sustainable Production and Consumption
09	Integrated management framework for sustainable cities: Insights into multiple concepts and principles	Baffour Awuah K.G., Booth C.A.	2014	WIT Transactions on Ecology and the Environment
10	Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review	Mirabella N., Castellani V., Sala S.	2014	Journal of Cleaner Production
11	Strategies and ecosystem view for industrial sustainability	Despeisse M., Ball P.D., Evans S.	2013	Re-Engineering Manufacturing for Sustainability – Proceedings of the 20th CIRP International Conference on Life Cycle Engineering

**Fonte:** os autores, 2020

Dos 11 artigos analisados, o mais recente foi publicado já no ano de 2020 por Schröder, Lemille e Desmond, inovando no seu objetivo ao visar re-conceitualizar e avançar

nas aplicações práticas da Economia Circular (EC) em direção a uma abordagem mais ampla do desenvolvimento em geral e, mais particularmente, combiná-la com a abordagem para o desenvolvimento humano.

Ao considerar todos os humanos como parte de um sistema circular mais amplo, possibilita a conexão entre o desenvolvimento humano, a economia e o ambiente natural, construindo as bases de sociedades circulares e inclusivas, que ajudarão a atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (SCHRÖDER, LEMILLE e DESMOND, 2020).

As principais relações observadas nos estudos, referentes à utilização dos termos EC, *Cradle to Cradle* e Ecologia Industrial, foram as seguintes:

1) Descrição de forma cronológica das abordagens, demonstrando uma evolução com início no conceito de Ecologia Industrial e *Cradle to Cradle* até chegar a definição de Economia Circular (SCHRÖDER, LEMILLE e DESMOND, 2020; KALMYKOVA., SADAGOPAN e ROSADO, 2018; DAMIAN, 2018; ASHBY e VAKHITOVA, 2018; NIERO et al., 2017; AZEEZ, NARAYANA e OBEROI, 2017; STRAZZA et al., 2015; BAFFOUR AWUAH e BOOTH, 2014; MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014; DESPEISSE, BALL e EVANS, 2013)

2) Elenca princípios advindos da Ecologia Industrial e que se ampliam até a abordagem da Economia Circular (SCHRÖDER, LEMILLE e DESMOND, 2020; KALMYKOVA, SADAGOPAN e ROSADO, 2018; NIERO, OLSEN, LAURENT, 2018; DAMIAN, 2018; AZEEZ, NARAYANA e OBEROI, 2017; STRAZZA et al., 2015; BAFFOUR AWUAH e BOOTH, 2014; MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014; DESPEISSE, BALL e EVANS, 2013)

3) Utilização destes conceitos para contrapor o modelo linear de produção industrial, o qual extrai, produz e descarta, com uma preocupação no ciclo de vida dos produtos (SCHRÖDER, LEMILLE e DESMOND, 2020; KALMYKOVA, SADAGOPAN e ROSADO, 2018; NIERO, OLSEN, LAURENT, 2018; DAMIAN, 2018; ASHBY E VAKHITOVA, 2018; NIERO et al., 2017; STRAZZA et al., 2015; BAFFOUR AWUAH e BOOTH, 2014; DESPEISSE, BALL e EVANS, 2013)

4) Narrativas que visam identificar o que necessita ser ampliado, melhorado ou inserido nos conceitos dos termos analisados, de modo a torná-los mais completos (SCHRÖDER, LEMILLE e DESMOND, 2020; ASHBY e VAKHITOVA, 2018; AZEEZ, NARAYANA e OBEROI, 2017; BAFFOUR AWUAH e BOOTH, 2014)

5) Análise teórico-conceitual (estado da arte) de modo a subsidiar uma aplicação prática da EC, seja por meio de políticas públicas, melhoria de processos, análise de

indicadores socioambientais, além do desenvolvimento de novas ferramentas com foco na sustentabilidade e na mensuração da circularidade (KALMYKOVA, SADAGOPAN e ROSADO, 2018; NIERO, OLSEN., LAURENT, 2018; DAMIAN, 2018; ASHBY e VAKHITOVA, 2018; NIERO et al., 2017; AZEEZ, NARAYANA e OBEROI, 2017; STRAZZA et al., 2015; MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014).

6) Disseminação da Economia Circular como agenda política de ações governamentais, baseadas em princípios da Ecologia Industrial e do *Cradle to Cradle* (KALMYKOVA., SADAGOPAN e ROSADO, 2018; DAMIAN, 2018; ASHBY e VAKHITOVA, 2018; STRAZZA et al., 2015)

7) Análise das limitações do *Cradle to Cradle* quando comparado a EC e a Ecologia Industrial, com foco em critérios de certificações e definição de cenários (NIERO, OLSEN., LAURENT, 2018; NIERO et al., 2017; DESPEISSE, BALL e EVANS, 2013).

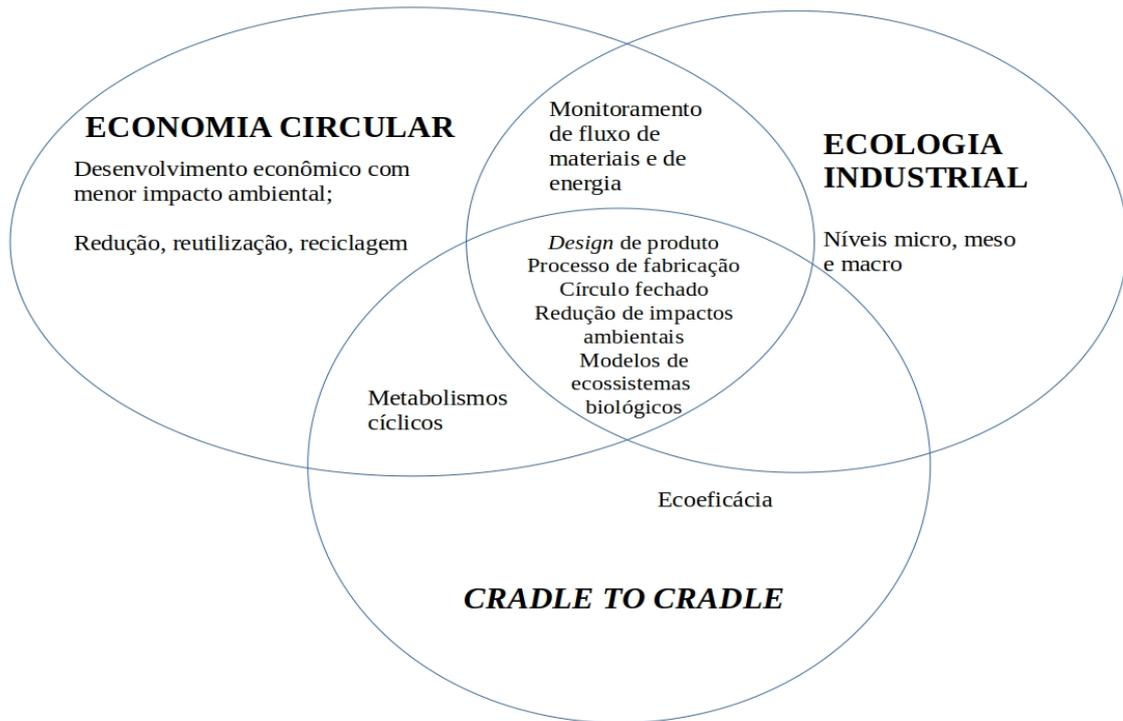
Por meio da análise destes artigos foi possível verificar, quantitativamente, o número de publicações e identificar as relações e os conceitos de EC, *Cradle to Cradle* e Ecologia Industrial.

Após a exposição dos conceitos, relativos às abordagens da Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e EC; é possível identificar, na Figura 12, categorias de análise que demonstram as principais semelhanças e diferenças, assim como o foco principal de cada uma destas abordagens, de acordo com os autores elencados no referencial teórico e os identificados após a revisão sistemática.

Considerando o exposto no Quadro 4, assim como a identificação das principais relações entre Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular, verifica-se que os conceitos se relacionam entre si, apresentando a inserção de elementos e características mais amplas a partir do desenvolvimento de uma nova abordagem.

De acordo com a Figura 13, os conceitos abordados apresentam características semelhantes no que se refere ao *design* de produtos, processo de fabricação, circuitos fechados, redução de impactos ambientais e a utilização de ecossistemas biológicos como modelo para sistemas industriais. As características apresentadas estão relacionadas ao nível micro (Chertow, 2000), uma vez que focam nos processos industriais.

**Figura 13-** Resumo da relação entre os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2020.

Inicialmente, a abordagem da Ecologia Industrial surge com a preocupação de associar os sistemas produtivos de acordo com os ecossistemas biológicos, ou seja, reduzir o impacto ambiental e mensurar, nos processos produtivos, o fluxo de massa e energia. Em seguida, a abordagem *Cradle to Cradle* acrescenta o elemento da “ecoefficácia”, com foco não apenas na minimização dos impactos ambientais, mas também destacando os impactos econômicos e sociais.

Os princípios adotados na Ecologia Industrial são ampliados no *Cradle to Cradle*, como, por exemplo, a inserção de energias renováveis e a qualidade dos materiais envolvidos na produção. A Economia Circular é uma abordagem mais recente e ainda com um conceito em construção, no entanto é possível observar que a mesma busca ampliar os conceitos já existentes, inserindo atores governamentais, da sociedade e da indústria com objetivo de aproveitar ao máximo a utilidade de um bem ou serviço, gerando desenvolvimento regional e mudando a cultura de extração e consumo de bens e serviços.

As categorias de análise estão descritas no Quadro 4 e, como pode-se observar, as semelhanças entre os conceitos são maiores que as diferenças entre cada abordagem, isso implica na construção e aperfeiçoamento de conceitos que se ampliam a partir da aplicação empírica e a necessidade de abordar novos elementos.

**Quadro 4-** Categorias analíticas na relação de conceitos de EC, C2C e EI

<b>Categorias</b>	<b>Ecologia Industrial</b>	<b><i>Cradle to Cradle</i></b>	<b>Economia Circular</b>
<b>Objeto</b>	Análise de Fluxo de materiais e energia.	Ecoeficácia e inovação.	Redução de desperdício
<b>Modelo de produção e consumo</b>	Circular	Circular	Circular
<b>Objetivo/finalidade</b>	Melhorar o processo de fabricação dos bens/serviços.	Melhorar a qualidade dos produtos, aumentando sua utilização.	Otimizar o uso de recursos e reduzir o desperdício no processo produtivo (modelo de negócios circulares)
<b>Metodologia/Visão</b>	Ecosistemas biológicos	Ecosistemas biológicos aliados a ecoeficácia.	Ecosistemas biológicos aliados a qualidade do bem e ao desenvolvimento econômico, social e ambiental.
<b>Atores impactados</b>	Sociedade, Indústria e Governo	Sociedade, Indústria e Governo	Sociedade, Indústria e Governo
<b>Relações estabelecidas</b>	Extração, produção, consumo e reinserção no sistema	Extração, produção, consumo e reinserção no sistema	Extração, produção, consumo e reinserção no sistema

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Conforme observado no Quadro 4, os conceitos de EI, C2C e EC envolvem características semelhantes em alguns aspectos, como o foco na relação entre sistemas industriais e ecossistemas biológicos, no intuito de otimizar a utilização dos recursos, ao mesmo tempo que há preocupação com a sustentabilidade nos aspectos econômicos, sociais e ambientais; os atores impactados, os quais atuam tanto no consumo como na produção dos bens, além das relações circulares, por meio da extração, produção, consumo e reinserção no sistema e do modelo circular de produção e consumo.

Quanto ao objeto de cada uma das abordagens pesquisadas, nota-se que a Ecologia Industrial visa analisar o fluxo de materiais e energia nos processos produtivos (GRAEDEL E ALLENBY, 1995; AYRES E AYRES, 2002; WEETMAN, 2019); o *Cradle to Cradle* enfoca na ecoeficácia e inovação da produção (MCDONOUGH E BRAUNGART, 2002; BRAUNGART, MCDONOUGH E BOLLINGER, 2007) e a Economia Circular objetiva, dentre outros, a redução do desperdício (YUAN et al., 2006; EL-HAGGAR, 2007; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2012; SAUVÉ, BERNARD e SLOAN, 2016; GEISSDOERFER et al., 2017; NIERO et al., 2017 WYSOKINSKA, 2018).

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista que o objetivo geral deste artigo foi analisar as relações entre os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular, investigando as principais diferenças e semelhanças existentes entre eles, pode-se identificar, por meio de categorias analíticas apresentadas, a existência de relação de complementaridade, no que se refere aos objetivos e princípios estabelecidos por estas abordagens.

Destaca-se que, dentre os autores utilizados neste estudo para discutir os conceitos relativos às três abordagens pesquisadas, existe semelhança quanto à sistematização dos conceitos nos estudos, elencando-os em ordem cronológica de modo a embasar teoricamente a pesquisa, facilitando a compreensão do leitor quanto ao objeto da pesquisa (WEETMAN, 2019; KALMYKOVA, SADAGOPAN e ROSADO, 2018; NIERO, OLSEN, LAURENT, 2018; DAMIAN, 2018; ASHBY e VAKHITOVA, 2018; NIERO et al., 2017; GEISSDOERFER et al., 2017; AZEEZ, NARAYANA e OBEROI, 2017; LEWANDOWSKI, 2016; STRAZZA et al., 2015; MIRABELLA, CASTELLANI e SALA, 2014; EL-HAGGAR, 2007).

Fica evidente que a caracterização destas abordagens demonstra que há relação no que se refere a análise de fluxos de materiais e energia em processos industriais, compreendendo todo o ciclo de vida, desde a etapa de *design* do produto até a reinserção do material de volta ao sistema. Como contribuição, este estudo elenca categorias de análise que facilitam a compreensão dos conceitos e podem, em estudos futuros, embasar teoricamente as pesquisas empíricas. Outra contribuição é a sobreposição dos conceitos em um esquema gráfico (Figura 14) facilitando o entendimento das relações entre eles.

Para novas pesquisas, sugere-se que seja ampliado o escopo da pesquisa, utilizando-se uma quantidade maior de abordagens, assim como a análise de metodologias empregadas pelos estudos que utilizaram essas abordagens como referenciais teóricos. Outra sugestão, é investigar como os conceitos abordados são empregados em pesquisas empíricas e em diferentes setores econômicos, tais como o setor têxtil.

### 3 ARTIGO 2 – MODELO INPUT-OUTPUT E ECONOMIA CIRCULAR: UMA VISÃO DAS RELAÇÕES ENTRE SETORES ECONÔMICOS NO BRASIL

**Autores:** Milton Jarbas Rodrigues Chagas  
Armando de Azevedo Caldeira-Pires

Publicado na revista Connexio, v. 8 n. 1 (2019) em 6-11-2019

#### RESUMO

A preocupação com a redução dos impactos ambientais, além da preservação e valorização do capital natural, aliado à manutenção do desenvolvimento econômico e social, é observado tanto nas pesquisas acadêmicas quanto na aplicação e desenvolvimento tecnológico empresarial. A pesquisa em setores econômicos se faz necessária para compreender quais os modelos de negócios mais adequados para cada setor econômico. O sistema têxtil opera de forma linear: grandes quantidades de recursos não renováveis são extraídos para produzir roupas, que são frequentemente usadas por curto período de tempo, após o qual os materiais são enviados, principalmente, para aterros ou incinerados. Esse artigo objetiva analisar as informações obtidas a partir da aplicação do modelo *Input-Output* na relação entre setores econômicos no Brasil. Fez-se, inicialmente, um levantamento dos artigos que compõem a base de dados *Scopus*, utilizando as palavras chaves “*Input-Output model*” e “*circular economy*”, considerando a busca em artigos publicados até o mês de maio de 2020. Em seguida, verificou-se de que maneira e em quais países o modelo *Input-Output* foi utilizado. Os dados da pesquisa foram obtidos no sistema de contas nacionais, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os estudos realizados em outros países foram utilizados para evidenciar as principais informações obtidas na utilização do modelo *Input-Output*. Os resultados obtidos auxiliam na formulação de políticas públicas que objetivem o desenvolvimento regional sustentável e a melhor integração entre os atores envolvidos. Verificou-se que aplicação do modelo *Input-Output* é importante na geração de informações que evidenciam a relação de setores econômicos em um contexto de Economia Circular.

**Palavras-chave:** Economia Circular; Setores Econômicos; Modelo *Input-Output*.

## ABSTRACT

The concern with the reduction of environmental impacts, in addition to the preservation and valuation of natural capital, combined with the maintenance of economic and social development, is observed both in academic research and in business application and technological development. Research in economic sectors is necessary to understand which business models are the most appropriate for each economic sector. The textile system operates linearly: large quantities of non-renewable resources are extracted to produce clothes, which are often used for a short period of time, after which the materials are mainly sent to landfills or incineration. This article aims to analyze the information obtained from the application of the Input-Output model, in the evolution of economic sectors in Brazil. Initially, a survey was made of the articles that make up the Scopus database, using the key words "Input-Output-output model" and "circular economy", considering the search in articles that were published until May 2020. It was then verified how and which countries had used the Input-Output-output model. The research data were obtained from the national accounts system, published by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Studies conducted in other countries were used to highlight the main information obtained by using the Input-Output model. The results obtained support the formulation of public policies aimed at sustainable regional development and better integration of the actors involved. It was verified that the application of the Input-Output model is important in providing information that highlights the relationship between economic sectors in a Circular Economy context.

Keywords: Circular Economy; Economic Sectors; Input-Output model.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a redução dos impactos ambientais, causados pelo homem, além da preservação e valorização do capital natural, aliado à manutenção do desenvolvimento econômico e social, é observado tanto em pesquisas acadêmicas como em estratégias de desenvolvimento tecnológico empresarial.

Para Hawken, Lovins e Lovins (2007), enquanto não se contabilizar o estrago causado pela exploração dos recursos que danificam a biosfera, enquanto vigorar a suposição de que existem “bens gratuitos” no mundo – água pura, ar limpo, florestas virgens – haverá um predomínio de métodos de fabricação em larga escala. A emissão de resíduos, o controle no fluxo de energia e materiais utilizados no processo produtivo e as externalidades negativas, tanto de caráter ambiental como social, são exemplos de estragos que devem ser contabilizados e mitigados mediante políticas e estratégias adequadas.

Uma vez que os modelos atuais de negócios lineares, com baixas taxas de utilização e baixos níveis de reciclagem, são causadores de impactos negativos no meio ambiente, projetos de colaboração para a implementação de novos modelos de negócios possibilitam um melhor entendimento daqueles que melhor funcionam para quais tipos de clientes e segmentos. A pesquisa em setores econômicos se faz necessária para entender o tamanho dos respectivos mercados em diferentes regiões, de modo que os modelos adequados possam ser adotados para cada área (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017)

De acordo com a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNIDO, 2013, p. 12), o modelo econômico linear de produção-consumo-descarte está atingindo seu limite. Observa-se que, nos últimos trinta anos, enquanto os processos tecnológicos extraem 40% mais valor econômico das matérias-primas, houve um aumento de 150% da demanda neste mesmo período.

Conforme a *Platform for Accelerating the Circular Economy* (2019), apenas 9% do nosso mundo é circular, ou seja, a utilização de recursos naturais e a emissão de carbono continuam em crescente ascensão. Esse dado demonstra que os resíduos emitidos na fase de fabricação do produto, assim como o descarte após o uso continuam de maneira linear, ou seja, sem um planejamento quanto a reciclagem, reaproveitamento e reúso.

É necessária uma mudança radical de paradigma para que se consiga atingir a sustentabilidade, tais como educação ambiental, mudança de um sistema de produção linear para circular, redução de emissão de gases de efeito estufa, políticas públicas governamentais, dentre outros.

Nesse artigo a identificação das relações entre setores econômicos auxilia no mapeamento da origem da matéria-prima e destino dos produtos, caracterizando os setores e locais em que seja possível estabelecer políticas que mitiguem a emissão de gases e atinja o desenvolvimento sustentável regional.

De acordo com a Fundação *Ellen MacArthur* (2017), globalmente, a indústria de vestuário fatura cerca de US\$ 1,3 trilhão e emprega mais de 300 milhões de pessoas ao longo da cadeia de valor, representando mais de 60% do total de têxteis utilizados e, espera-se que continue a crescer. A produção de algodão sozinho representa quase 7% de todo o emprego em alguns países de baixa renda (Benin, Camarões, Burkina Faso, Egito, Chade).

Uma das ferramentas utilizadas para modelar e analisar a natureza interativa de processos de produção e consumo entre os sistemas econômicos chama-se *Modelo Input-Output*, o qual é útil para a formulação de políticas econômicas em muitos países (ANDERSON, SANTOS e HAIMES, 2007).

Para Perobelli, Mattos e Faria (2007), o *Modelo Input-Output* é frequentemente utilizado no intuito de estudar as interdependências ou interações entre setores da economia de uma região ou país. Por meio deste modelo é possível verificar o caminho percorrido pela produção e consumo de bens, analisando todo o ciclo de vida do produto.

Esse estudo utiliza o *Modelo Input-Output* para investigar as relações de interdependências entre setores econômicos no Brasil, verificando qual o caminho percorrido dos componentes dos setores econômicos no Brasil.

Conforme Miller e Blair (2009), o *Método Input-Output* preocupa-se com a atividade de um grupo de indústrias que produzem bens (produtos) e consomem bens de outras indústrias (insumos) no processo de produção próprio de cada indústria. A informação fundamental usada no modelo *Input-Output* corresponde aos fluxos de produtos de cada setor industrial.

A partir do momento em que se consegue mapear o fluxo de relações entre cadeias produtivas, no que se refere à produção e consumo, é possível estabelecer um planejamento adequado; de modo que as ações sejam circulares, com menor impacto ao meio ambiente, maior integração entre indústrias e consumidores, além de proporcionar o alcance de desenvolvimento regional sustentável.

Diante do exposto, esse artigo visa responder a seguinte questão problema: ***quais informações são obtidas, a partir da aplicação do modelo Input-Output, na análise da relação de setores econômicos visando uma Economia Circular?***.

Como objetivo principal, busca-se analisar as informações, obtidas a partir da aplicação do modelo *Input-Output*, na relação entre setores econômicos no Brasil. O foco de análise corresponde às relações da indústria de transformação e/ou indústria têxtil com os demais setores econômicos.

## 3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.2.1 Economia circular

O modelo de Economia Circular promove a resiliência dos recursos, ou seja, objetiva substituir o modelo tradicional de economia linear, de produção rápida e barata, e disposição barata, com a produção de bens duradouros que podem ser reparados, ou facilmente desmontados e reciclados (SAUVÉ, BERNARD, SLOAN, 2016).

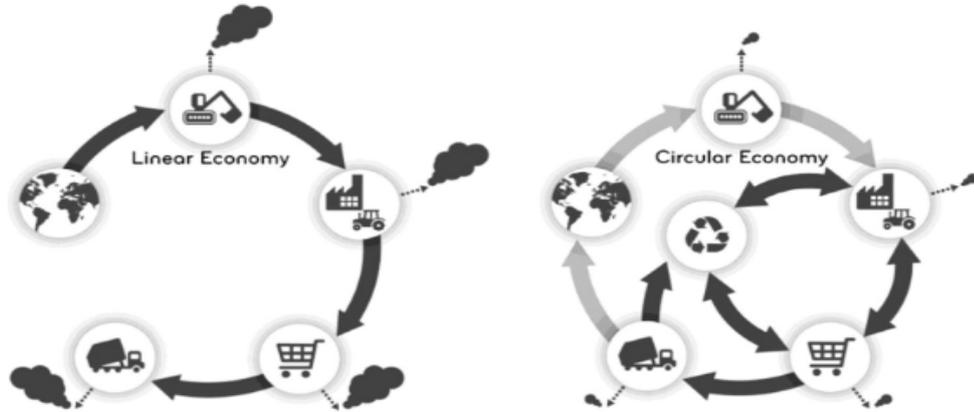
No modelo de produção linear há a extração de matéria-prima, a inserção desta no processo produtivo, a formação de um produto, o uso deste e o seu descarte. Tendo em vista a preocupação com a sustentabilidade, a mudança para um modelo circular de produção proporciona menor impacto ambiental e alerta a sociedade para uma mudança no consumo de bens e serviços.

Conforme Sauvé, Bernard e Sloan (2016), a EC propõe um sistema em que reutilização e reciclagem fornecem substitutos para o uso de materiais virgens crus. Esta visa a manutenção de produtos, componentes e materiais no mais alto nível de utilidade e valor (SAAVEDRA et al., 2018).

Na Figura 14, observa-se a diferença entre os conceitos de Economia Linear e EC por meio dos processos que vão desde a extração, utilização na produção e descarte. O impacto

ambiental é reduzido na EC, uma vez que se buscam metodologias e estratégias em que os resíduos sejam reaproveitados no processo.

**Figura 14-** Contrastando os conceitos de Economia Linear e Economia Circular



**Fonte:** Sauvé, Bernard e Sloan (2016)

Define-se a Economia Circular como um sistema regenerativo, no qual a entrada de recursos e o vazamento de r sduos, emissões e energia são minimizados pela desacelera o, fechamento e estreitamento de circuitos de material e energia. Isso pode ser alcançado por meio de projeto, manuten o, reparo, reutiliza o, remanufatura, reforma e reciclagem de longa dura o (GEISSDOERFER et al., 2017).

A Funda o Ellen MacArthur (2017) elenca quatro princípios para que a indústria têxtil alcance a EC: 1) eliminar as substâncias que causem impactos negativos ao meio ambiente; 2) prolongar o uso das roupas; 3) melhorar radicalmente a reciclagem e 4) fazer uso eficaz dos recursos e transformá-los em entradas (*inputs*) renováveis.

Estes princípios devem ser seguidos de modo que se possam desenvolver práticas que visem o alcance da EC, atingindo assim uma redu o dos impactos ambientais e a integra o entre sociedade, governo e empresas em prol do desenvolvimento sustentável.

### 3.3 M TODODO

Esta pesquisa   caracterizada como exploratória, uma vez que se buscou compreender quais informa es são obtidas a partir da aplica o do modelo *Input-Output* na análise da

relação de setores econômicos, com destaque para a da indústria de transformação e/ou indústria têxtil.

Inicialmente, fez-se um levantamento dos artigos que compõem a base de dados *Scopus*, utilizando-se as palavras chaves “*Input-Output model*” e “*economic sectors*”. Em seguida, verificou-se a maneira e a lista de países onde foi utilizado o modelo *Input-Output*. A pesquisa foi realizada no mês de maio de 2020, considerando apenas artigos e em todos os idiomas.

O modelo conhecido por tabela *Input-Output* foi desenvolvido por Leontief em 1970 e descreve o nível de produção de cada setor de uma dada economia, em relação às atividades, de mesmo nível, de cada um dos demais setores. O referido modelo analisa, de forma agregada, os produtos desejáveis dos setores econômicos (Leontief, 1970).

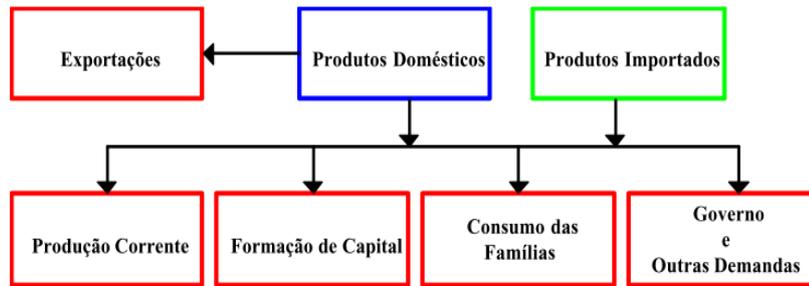
Para Leontief (1986), o modelo *Input-Output* permite quantificar, sistematicamente, as inter-relações mútuas entre vários setores de um sistema econômico complexo.

O presente artigo utilizou o método *Input-Output*, que corresponde a um método analítico que objetiva estudar a interdependência de diferentes ramos de atividade ou indústrias em uma economia (Rojas, 2012). Os dados utilizados na pesquisa foram obtidos junto ao Instituto de Pesquisas Econômicas do Estado do Ceará (IPECE) e ao sistema de contas nacionais, publicado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

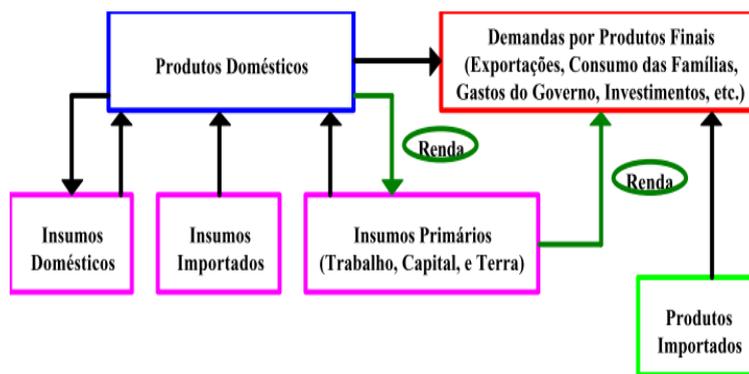
O modelo *Input-Output* consiste em um sistema de equações lineares, o qual descreve a distribuição de um produto da indústria em toda a economia. A maioria das extensões da estrutura básica de entrada e saída são introduzidas para incorporar detalhes adicionais da atividade econômica (MILLER e BLAIR, 2009).

Conforme Guilhoto (2004), o que Leontief conseguiu realizar foi a construção de uma “fotografia econômica” da própria economia, a qual demonstra como os setores estão relacionados entre si, isto é, quais setores suprem os outros de serviços e produtos e quais setores compram de quem. A visão proporcionada pelo modelo *Input-Output* ajuda a compreender o funcionamento da economia e o grau de dependência entre setores.

As figuras 15 e 16 descrevem as relações e variáveis utilizadas para obtenção dos indicadores por meio do modelo *Input-Output*.

**Figura 15-** Uso de bens no modelo *Input-Output*

Fonte: Guilhoto (2004, p.12)

**Figura 16-** Fluxograma do modelo *Input-Output*

Fonte: Guilhoto (2004, p.13)

É possível observar a utilização das exportações, importações e consumo doméstico. Os produtos fabricados podem ser consumidos dentro do próprio Estado ou destinados para outros locais. Na Figura 16, os produtos domésticos são compostos pela produção corrente, formação de capital, consumo das famílias e governo, e outras demandas. Os produtos domésticos são utilizados pelas indústrias como insumos intermediários no processo produtivo ou são consumidos como produtos finais (exportações, consumo das famílias, gastos do governo, investimentos, etc.) (GUIOLHOTO, 2004)

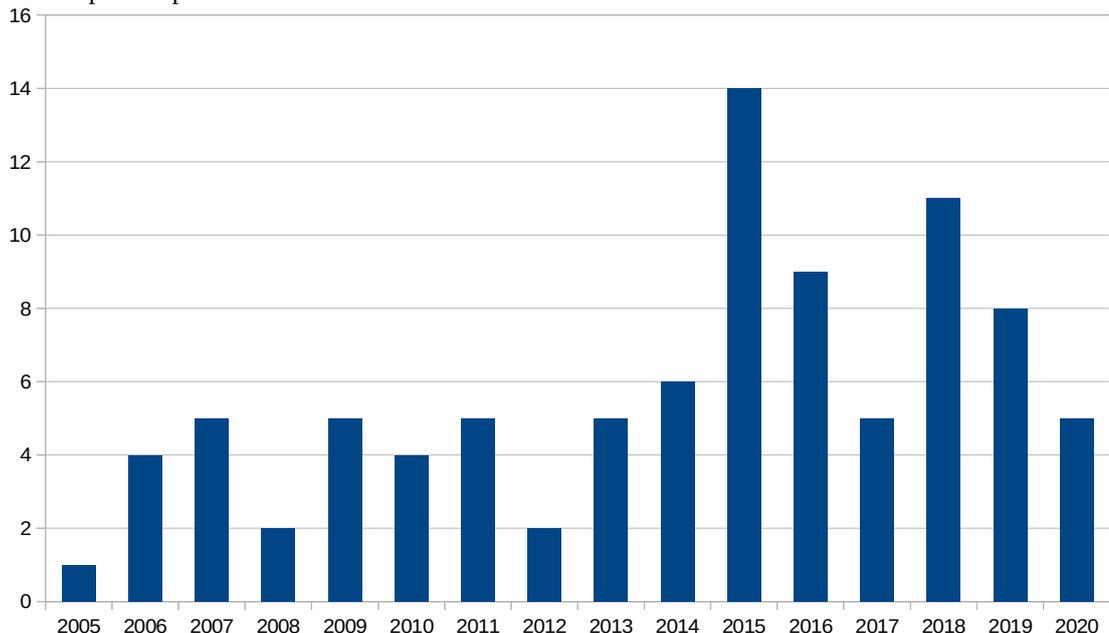
Após a coleta dos dados, estes foram tabulados e dispostos em tabelas, de modo a analisar a disposição de entradas e saídas relativas ao setor têxtil, assim como verificar as relações existentes entre o referido setor e as demais atividades econômicas.

### 3.4 ANÁLISE E DISCUSSÕES DOS RESULTADOS

Neste tópico serão descritos alguns estudos realizados em diferentes países, os quais utilizaram o modelo *Input-Output*, objetivando avaliar os impactos ambientais de processos produtivos. A pesquisa foi realizada na base de dados *Scopus*, no mês de maio de 2020, utilizando as palavras-chave “*Input-Output model*” and “*Economic Sectors*”, encontrando um total de 91 publicações. A apresentação dos estudos será feita em duas partes: na primeira, constam os aspectos quantitativos de publicações e, na segunda, abordam-se os resultados obtidos de alguns desses estudos.

De acordo com o Gráfico 2, observa-se que os anos com maior número de publicações foram 2015, com 14 publicações; seguido por 2018, com 11, e 2016, com 9. Com a busca no desenvolvimento de métricas para analisar os setores econômicos, autores utilizam, a partir de 2015, aplicações empíricas do modelo *Input-Output*. Após o ano de 2015, percebe-se uma variação de acréscimos e decréscimos nas pesquisas que utilizam o modelo *Input-Output* na análise de relações entre setores econômicos.

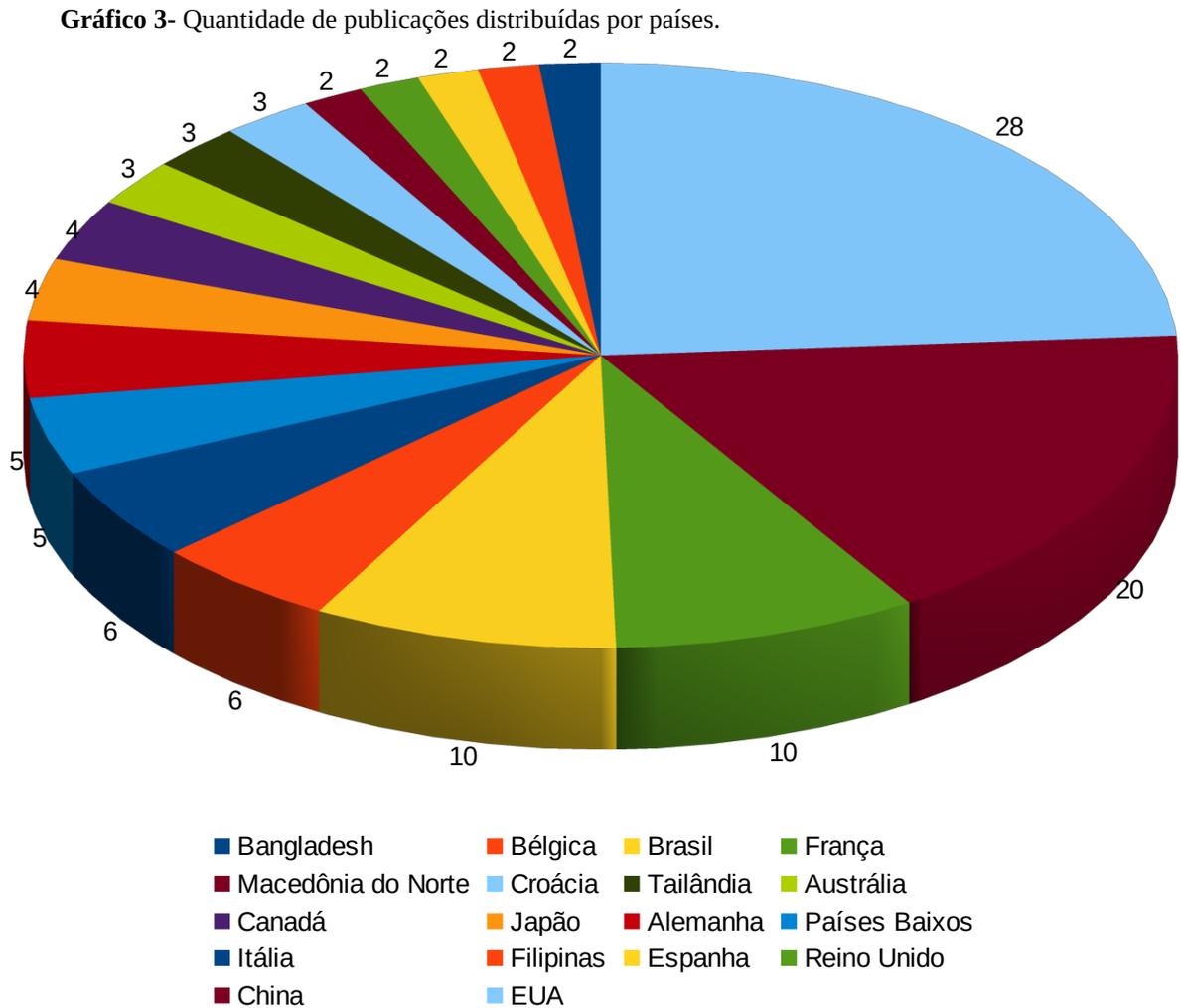
**Gráfico 2-** Quantidade de publicações por ano, considerando as palavras chaves “*Economic Sectors*” and “*Input-Output Model*”.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2020

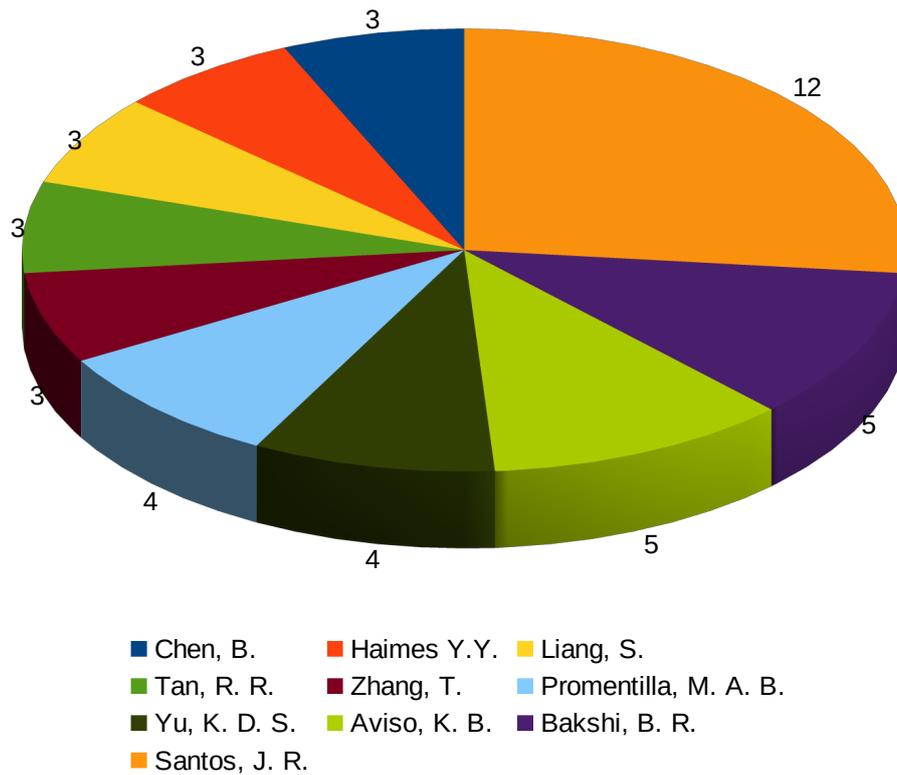
O Gráfico 3 evidencia os principais países de origem dos autores com maior número de publicações no período investigado. Em primeiro lugar, encontram-se os Estados Unidos

(28 publicações), seguido pela China (20), Reino Unido (10) e Espanha (10). O Brasil faz parte desta relação, com 2 publicações. Observa-se que o grupo de pesquisadores norte-americanos e o de chineses se destacam na aplicação do modelo *Input-Output* em setores econômicos.



**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2020

Após a apresentação dos países que mais publicaram, tem-se, conforme o Gráfico 4, a relação dos principais autores. Destaca-se Santos, com 12 pesquisas publicadas; seguido por Bakshi e Aviso, com 5 publicações cada um. Do conjunto de autores, nota-se um predomínio de chineses (Chen; Liang, Zhan e Yu) e de norte-americanos (Santos e Bakshi), corroborando com os dados apresentados no Gráfico 3. No Brasil, destaca-se o autor Perobelli, doutor em economia pela Universidade de São Paulo e docente da FEA/UFJF, com duas publicações..

**Gráfico 4-** Número de publicações por autores.

**Fonte:** Elaborado pelos autores, 2020

A etapa seguinte foi analisar os principais agrupamentos formados com base na rede de palavras obtida por meio do VOSviewer. De acordo com a Figura 17, é possível verificar a construção de 6 agrupamentos, denominados de *Clusters*. O *Cluster 1* (cor verde) tem um foco econômico, contendo as palavras setores econômicos, economia, informação e comunicação, competição. O *Cluster 2* (cor azul-escuro) apresenta a análise de processo industrial, destacando as palavras indústria, ocupação, risco, taxas. Já o *Cluster 3* (cor vermelha) apresenta um enfoque na sustentabilidade e capital humano.



mão-de-obra utilizada na coleta do algodão e envio dessa matéria-prima para confecção do tecido possui um baixo custo nos países citados.

No que tange ao estudo realizado na Suécia, o modelo *Input-Output* foi utilizado para calcular as emissões de gases de efeito estufa (GEE) baseadas em grupos de consumo sueco, em um período de 20 anos (de 1995 a 2014), além de identificar a localização geográfica onde esses gases foram emitidos. Como resultados, observa-se que a origem das emissões mudou de dentro para fora da Suécia, sendo que, cerca de 80% de todas as emissões de GEE foram associadas aos produtos manufaturados de *clusters* de consumo, mobilidade, serviços e abrigo (SÖDERSTEN et al., 2018).

Objetivando analisar a relação entre economias regionais e nacionais, o método *Input-Output* também foi utilizado em pesquisas na Alemanha (Budzinski, Bezama e Thrän, 2017), China (Zhang, Zhu e Hewings, 2017), Espanha (Martinez, Marchamalo e Alvarez, 2018) e Indonésia (Sonis e Hewings, 1998). Esses estudos analisaram os principais impactos ambientais e sociais causados pelos processos produtivos regionais.

Na Alemanha, o estudo demonstrou como o modelo multirregional *Input-Output* (MRIO) pode ser utilizado para monitorar o progresso em direção à bioeconomia, analisando as indústrias madeireiras. Como resultados, observou-se que a MRIO permite avaliar vários objetivos políticos e sociais, realizando uma análise do progresso rumo a uma bioeconomia (BUDZINSKI, BEZAMA e THRÄN, 2017).

A fim de construir um panorama do uso de madeira na Alemanha, Budzinski, Bezama e Thrän (2017), desagregaram setores do banco de dados de entrada-saída EXIOBASE, auxiliando na elaboração de indicadores. A pesquisa foi realizada no ano de 2007, uma vez que não foi possível obter dados mais atualizados, enfatizando a necessidade de empreender esforços contínuos para fornecer bases de dados abrangentes e detalhadas de todos os setores da bioeconomia.

Na pesquisa realizada na China, o modelo multirregional *Input-Output* foi utilizado para analisar os efeitos da poluição, causados pelas emissões de carbono identificados em cada atividade econômica de diferentes países. Os resultados demonstram que diferenças significativas nas quotas de emissões de diferentes nações são introduzidas por atividades econômicas diversificadas (ZHANG, ZHU e HEWINGS, 2017).

O estudo de Zhang, Zhu e Hewings (2017) apresenta as emissões de gases de efeito estufa introduzidas pelas importações e exportações das dez principais economias (Alemanha, Estados Unidos, Canadá, Brasil, China, Reino Unido, Japão, Itália, França, Espanha), que é

decomposta nas emissões relacionadas aos três diferentes padrões de comércio (de bens finais, de bens intermediários e de matérias-primas).

No estudo realizado na Espanha, o modelo *Input-Output* foi utilizado com o objetivo de quantificar os setores e regiões responsáveis pela categorização de 14 impactos ambientais identificados na pesquisa. A base de dados escolhida para a pesquisa foi a EXIOBASE 2 (2007), uma vez que contém, para 27 países da UE, 16 das principais economias e 5 regiões do resto do mundo na indústria por indústria (163 setores), bem como a classificação de produto por produto (200 produtos) (MARTINEZ, MARCHAMALO e ALVAREZ, 2018).

Os 14 impactos ambientais investigados por Martinez, Marchamalo e Alvarez (2018) foram: mudanças climáticas, esgotamento do ozônio, efeitos cancerígenos de toxicidade humana, efeitos não cancerígenos de toxicidade humana, acidificação, ecotoxicidade de água doce, formação fotoquímica do ozônio, eutrofização terrestre, eutrofização de água doce, uso da terra, esgotamento de recursos – água, esgotamento de recursos minerais e fósseis e matérias particuladas. Como resultado, ficou demonstrado que o referido modelo é adequado para identificar a localização dos impactos ambientais na cadeia de suprimentos e propor ações corretivas.

Na Indonésia, os autores verificaram as interações sinérgicas entre os subsistemas regionais e concluíram que o método apresentado oferece a oportunidade de explorar como as regiões evoluem, dentro de uma economia nacional, em termos de mudanças internas e externas (SONIS e HEWINGS, 1998).

Nas Filipinas, o modelo *Input-Output* foi utilizado para avaliar os efeitos econômicos da implementação de programas obrigatórios de mistura de biodiesel. Foram estimadas as perdas resultantes da colheita, usando os cenários de danos causados por tempestades e infestação de pragas à taxa de mistura proposta de 5%. Como resultados, observou-se que diferentes estratégias de classificação são avaliadas para determinar a vulnerabilidade do setor usando níveis de inoperabilidade e perdas econômicas (AVISO et al., 2015).

No que se refere a surtos de doenças contagiosas, Santos (2013) investigou os riscos econômicos e de produtividade, interdependentes, resultantes do absentéismo da força de trabalho, induzido pela epidemia de H1N1 no ano de 2009. Por meio do modelo *Input-Output* analisaram-se as consequências econômicas por meio de duas métricas: (i) perda econômica e (ii) inoperabilidade.

Santos (2013) observou que a maioria dos setores críticos, classificados de acordo com a métrica de perda econômica, é composta pelos que mais contribuem para o produto interno

bruto; já a maioria dos setores críticos, gerados pela métrica de inoperabilidade, inclui os envolvidos no gerenciamento de epidemias (por exemplo, hospitais).

No Brasil, Arbex e Perobelli (2010) propuseram um método que integra um modelo de crescimento a um modelo de insumo-produto para analisar os impactos do crescimento econômico no consumo de energia; Perobelli, Mattos e Faria (2007), analisaram as interações entre o Estado de Minas Gerais e o resto do Brasil em relação ao consumo de energia, concluindo que a metodologia fornece informações relevantes para os gestores/planejadores estaduais no desenvolvimento de estratégias eficientes para garantir o suprimento energético.

A construção da primeira Matriz Nacional Insumo-Produto pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o país ocorreu em 1970. O IBGE é o órgão oficial do governo federal responsável pela elaboração das Matrizes Nacionais de Insumo-Produto. Apesar das matrizes apresentarem dados anuais a partir de 1990, a sua divulgação apresenta uma defasagem de, no mínimo, três anos (GUILHOTO e SESSO FILHO, 2005).

Inicialmente, as informações da matriz insumo-produto referiam-se a 42 setores e 80 produtos, atualmente, o banco de dados é composto por um montante de 68 setores e 128 produtos. A análise desses dados fornece à sociedade uma indicação de como os setores econômicos nacionais se relacionam, sugerindo quais políticas públicas podem ser adotadas, visando a inserção em uma Economia Circular.

A Tabela 2 demonstra a relação entre 12 níveis (12x12) de atividades econômicas apresentadas pelo IBGE no relatório Matriz de Insumo-Produto. O relatório foi divulgado no ano de 2018, no entanto os dados apresentados correspondem ao ano de 2015. A indústria têxtil está situada no nível 03 (indústria de transformação).

Pode-se observar, conforme os coeficientes apresentados na Tabela 2, que o nível no qual está inserido a indústria de transformação, na qual se concentra a indústria têxtil, se relaciona, em maior grau, com as seguintes atividades: a própria indústria de transformação (0,278), o setor agropecuário (0,211), o setor de construção (0,209) e indústrias extrativas (0,112).

**Tabela 2-** Matriz dos coeficientes técnicos dos insumos nacionais – Matriz Bn – 2015

Código do produto nível 12	Descrição do produto Nível 12	Coeficientes técnicos dos insumos nacionais					
		01 Agropecuária	02 Indústrias Extrativas	03 Indústrias de Transformação	04 Eletricidade e gás, água, esgoto e gestão de resíduos	05 Construção	06 Comércio
01	Agropecuária	0,040000	0,000008	0,075729	0,000102	0,001096	0,008983
02	Indústrias extrativas	0,000863	0,054875	0,042343	0,014855	0,009835	0,000064
<b>03</b>	<b>Indústrias de transformação</b>	<b>0,211294</b>	<b>0,112176</b>	<b>0,278665</b>	<b>0,077120</b>	<b>0,209774</b>	<b>0,056695</b>
04	Eletricidade e gás, água, esgoto e gestão de resíduos	0,023493	0,010865	0,015559	0,278018	0,001155	0,017458
05	Construção	0,000600	0,012810	0,000907	0,013016	0,095640	0,000939
06	Comércio	0,055685	0,027654	0,073310	0,018520	0,053831	0,025410
07	Transporte, armazenagem e correio	0,020341	0,084621	0,049872	0,018520	0,011928	0,050424
08	Informação e comunicação	0,000086	0,003769	0,005488	0,006511	0,002138	0,013016
09	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	0,015259	0,022101	0,017468	0,021561	0,014234	0,022972
10	Atividades imobiliárias	0,000040	0,001481	0,002001	0,004691	0,001811	0,036963
11	Outras atividades de serviços	0,003607	0,099139	0,048523	0,053922	0,024556	0,084810
12	Administração, defesa, saúde e educação pública e seguridade social	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0

Fonte: IBGE (2015)

Os dados anteriores demonstram que as principais entradas e saídas, relativas a produtos, matérias-primas e subprodutos, que compõem o processo produtivo da indústria têxtil, são provenientes de outras indústrias de transformação, as quais absorvem resíduos, processam e entregam produtos a serem utilizados em outras indústrias. Tendo-se desta maneira um ciclo de reaproveitamento de materiais.

Para este estudo, adotou-se a tabela apresentada pela IBGE, a qual contém a especificação de 20 atividades econômicas por 20 produtos, conforme discriminado na Tabela 3:

**Tabela 3-** Consumo de bens e serviços referente ao ano de 2016 (20 atividades econômicas)

Descrição do produto	Consumo intermediário das atividades (preços do ano anterior em R\$ 1 000 000)					
	A Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	B Indústrias extrativas	C Indústrias de transformação	D Eletricidade e gás	E Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	F Construção
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	26 020	2	245 546	0	39	825
Indústrias extrativas	571	15 839	160 992	14 338	498	8 764
<b>Indústrias de transformação</b>	<b>163 552</b>	<b>48 939</b>	<b>1 224 971</b>	<b>24 208</b>	<b>7 703</b>	<b>192 367</b>
Eletricidade e gás	12 909	2 344	33 235	91 069	3 594	580
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	5	328	13 024	77	1 061	295
Construção	280	3 286	2 579	0	4 611	59 989
Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	247	1 001	31 737	387	650	495
Transporte, armazenagem e correio	6 229	26 120	102 618	4 271	327	3 483
Alojamento e alimentação	12	683	5 073	594	20	1 524
Informação e comunicação	42	1 047	15 530	2 003	483	1 578
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	9 342	7 072	56 490	7 451	1 550	9 934
Atividades imobiliárias	19	454	5 701	1 340	298	1 371
Atividades científicas, profissionais e técnicas	1 478	16 596	106 722	10 360	2 100	10 657
Atividades administrativas e serviços complementares	778	19 436	39 972	5 057	2 905	8 714
Administração pública, defesa e seguridade social	0	0	0	0	0	0
Educação	4	175	533	137	1	2
Saúde humana e serviços sociais	0	0	0	0	0	0
Artes, cultura, esporte e recreação	0	0	0	0	0	0
Outras atividades de serviços	156	837	3 304	717	0	138
Serviços domésticos	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>221 644</b>	<b>144 159</b>	<b>2 048 027</b>	<b>162 009</b>	<b>25 840</b>	<b>300 716</b>

Fonte: IBGE, (2018).

Tendo em vista que o IBGE apresenta a tabela de entradas e saídas, relacionando 20 atividades econômicas e 20 produtos, optou-se por apresentar somente a relação das 20 atividades econômicas com 6 produtos, a título de exemplo. Pode-se verificar que a maior relação da atividade econômica nas indústrias de transformação ocorre com os produtos da construção (192.367) e indústrias de transformação (1.224.971).

O consumo intermediário de atividades corresponde a utilização de matéria-prima, seja ela importada ou extraída localmente, no processo de produção de bens. A Tabela 4 apresenta o histórico de produção e consumo do período de 2010 a 2016, relacionando a atividade econômica e produto indústria de transformação no Brasil.

**Tabela 4-** Dados sobre indústria de transformação entre 2010 a 2016

Atividade Econômica: Indústrias de transformação/ ANOS	Indústrias de transformação no Brasil			
	Produção das atividades (preços do ano anterior em 1 000 000 R\$)	Produção das atividades (valores correntes em 1 000 000 R\$)	Consumo intermediário das atividades (preços do ano anterior em 1 000 000 R\$)	Consumo intermediário das atividades (valores correntes em 1 000 000 R\$)
2010		1.958.136,00		916.199,00
2011	2.001.848,00	2.154.446,00	940.191,00	1.004.254,00
2012	2.142.077,00	2.316.744,00	1.001.879,00	1.090.127,00
2013	2.404.042,00	2.568.894,00	1.134.049,00	1.224.338,00
2014	2.493.153,00	2.712.978,00	1.179.710,00	1.285.362,00
2015	2.506.455,00	2.725.775,00	1.163.915,00	1.291.829,00
2016	2.598.482,00	2.749.837,00	1.224.971,00	1.280.255,00

**Fonte:** Elaboração própria utilizando dados do IBGE, 2018

Com base na Tabela 4, é possível verificar a evolução, no período de 2010 a 2016, quanto a produção e consumo de bens e serviços da indústria de transformação, na qual se insere a indústria têxtil. Nos anos em que a produção supera o consumo das atividades, significa dizer que parte da produção é exportada, ou seja, não consumida no país. Isso ocorre em todos os anos da tabela.

Guilhoto et al. (2017) utilizou o modelo *Input-Output* para construir um quadro que tem como finalidade demonstrar as relações de origem e demanda por produtos entre estados brasileiros. A análise do Tabela 5 permite identificar o quanto da produção de cada Unidade da Federação é gerada para atender a demanda final interna, e o quanto é gerada para atender a demanda das outras UFs e do restante do mundo (RM), ou seja, cada percentual ao nível de relação entre os Estados (GUILHOTO et al., 2017).

Nota-se que 67% da produção do estado do Ceará é consumida no próprio Estado, havendo uma maior relação com os estados do Amazonas (1,7%) e Pernambuco (1,9%). O estado que possui o maior consumo de toda a sua produção é Roraima (82, 3%), seguido pelo Distrito Federal (81,0%) e Acre (73,9%).

Os estados do Amazonas (32,9%), Mato Grosso do Sul (48,4%), Santa Catarina (49,1%) e Paraná (49,1%) são os que possuem menor demanda da produção interna. Estas

relações demonstram uma visão ampla de como ocorre a produção e a demanda por produtos e serviços no contexto nacional.

Tabela 5- Decomposição da produção regional baseada na origem da demanda final (%)

UF	ORIGEM DA DEMANDA FINAL																											
	RO	AC	AM	RR	PA	AP	TO	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	MG	ES	RJ	SP	PR	SC	RS	MS	MT	GO	DF	RM
<b>RO</b>	55.6	0.9	1.8	0.2	0.5	0.2	0.1	0.6	0.6	1.2	0.7	0.9	1.5	0.3	0.7	2.0	2.8	0.5	3.2	9.3	1.7	2.5	2.2	0.3	0.6	0.8	2.0	6.1
<b>AC</b>	0.4	73.9	1.1	0.0	0.6	0.0	0.1	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.7	0.2	0.3	1.9	1.9	0.4	4.4	4.1	1.0	1.4	1.3	0.2	0.2	0.5	0.6	3.2
<b>AM</b>	0.7	0.2	32.9	0.2	1.9	0.2	0.4	1.0	0.7	1.7	0.7	0.9	2.7	0.4	0.4	3.1	5.1	1.3	6.7	15.2	2.9	2.0	2.8	0.7	0.9	1.9	1.8	10.6
<b>RR</b>	0.1	0.0	0.5	82.3	0.5	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	1.1	1.7	0.4	2.9	3.1	0.8	0.8	0.9	0.1	0.2	0.3	0.4	2.3
<b>PA</b>	0.1	0.0	0.3	0.1	54.0	0.2	0.1	0.7	0.3	0.6	0.3	0.3	0.8	0.2	0.2	0.9	1.3	0.3	2.2	4.7	1.0	0.7	1.1	0.2	0.2	0.4	0.7	28.2
<b>AP</b>	0.1	0.0	0.2	0.0	0.7	74.3	0.1	0.2	0.1	0.3	0.1	0.1	0.4	0.1	0.1	1.0	1.4	0.2	2.4	2.9	0.8	0.9	1.0	0.2	0.2	0.4	0.5	11.0
<b>TO</b>	0.2	0.1	0.5	0.1	2.9	0.2	61.5	2.3	0.7	1.0	0.7	0.5	1.0	0.2	0.3	1.5	1.9	0.6	4.0	6.7	1.2	1.1	1.1	0.3	0.4	0.9	1.3	7.1
<b>MA</b>	0.2	0.1	0.3	0.0	2.2	0.1	1.2	62.6	1.0	0.6	0.3	0.2	0.6	0.2	0.2	1.2	1.9	0.3	2.4	4.6	1.0	0.8	1.4	0.2	0.3	0.5	0.8	14.9
<b>PI</b>	0.3	0.0	0.3	0.0	0.9	0.1	0.2	3.1	70.5	1.0	0.3	0.4	1.1	0.2	0.2	1.1	1.8	0.4	3.8	4.3	1.0	1.0	1.3	0.2	0.2	0.5	0.8	5.1
<b>CE</b>	0.3	0.1	0.6	0.1	1.3	0.1	0.2	1.1	0.9	67.8	1.0	0.8	1.9	0.3	0.2	1.7	2.0	0.4	3.5	4.7	1.2	1.1	1.4	0.3	0.4	0.6	1.1	5.0
<b>RN</b>	0.4	0.1	0.5	0.1	1.1	0.1	0.2	0.5	0.3	1.3	65.5	0.8	1.4	0.3	0.2	1.4	2.8	0.5	3.7	5.6	1.5	1.7	1.9	0.4	0.4	1.0	1.2	5.0
<b>PB</b>	0.3	0.1	0.4	0.0	0.9	0.1	0.1	0.6	0.4	1.4	1.2	70.9	2.3	0.4	0.5	1.8	2.3	0.4	2.8	4.4	1.0	1.1	1.1	0.2	0.3	0.5	0.8	3.7
<b>PE</b>	0.2	0.1	0.5	0.1	0.9	0.1	0.1	0.8	0.6	1.9	1.4	1.3	66.5	0.8	0.6	3.6	1.7	0.4	2.7	4.7	1.0	0.9	1.2	0.3	0.3	0.5	0.8	5.8
<b>AL</b>	0.3	0.1	0.4	0.0	1.0	0.1	0.1	0.7	0.4	0.8	0.6	0.7	2.0	58.9	0.6	2.5	2.2	0.5	4.0	4.3	1.2	1.3	1.7	0.2	0.3	0.6	0.9	13.6
<b>SE</b>	0.3	0.1	0.4	0.1	1.1	0.1	0.2	0.6	0.4	0.7	0.3	0.5	1.5	0.4	63.5	3.4	2.5	0.4	3.7	6.2	1.5	1.2	1.8	0.3	0.4	1.0	1.1	6.5
<b>BA</b>	0.3	0.1	0.3	0.1	0.8	0.1	0.2	0.5	0.3	0.8	0.3	0.4	1.3	0.3	0.5	63.2	2.2	0.6	3.0	5.8	1.0	1.1	1.3	0.4	0.4	0.7	0.9	13.2
<b>MG</b>	0.3	0.1	0.4	0.1	0.9	0.1	0.2	0.6	0.3	0.7	0.4	0.4	0.9	0.3	0.3	1.8	57.0	0.9	4.0	7.3	1.2	1.0	1.1	0.4	0.5	0.9	1.1	17.0
<b>ES</b>	0.4	0.1	0.5	0.1	1.2	0.1	0.2	0.7	0.4	0.8	0.4	0.5	1.2	0.3	0.5	2.0	3.4	39.6	4.2	8.7	1.8	1.4	2.2	0.4	0.5	1.0	1.1	26.4
<b>RJ</b>	0.4	0.1	0.5	0.1	1.1	0.1	0.2	0.7	0.4	0.8	0.3	0.6	1.0	0.3	0.3	1.8	3.1	0.9	56.9	6.8	1.7	1.6	2.3	0.5	0.6	1.1	1.1	14.6
<b>SP</b>	0.5	0.2	0.6	0.1	1.3	0.2	0.3	0.8	0.5	1.0	0.5	0.5	1.3	0.4	0.3	2.0	4.7	1.0	4.8	56.4	2.7	1.9	2.4	0.6	0.7	1.5	1.4	11.5
<b>PR</b>	0.5	0.1	0.7	0.1	1.6	0.1	0.3	0.9	0.5	0.9	0.5	0.6	1.1	0.4	0.4	2.4	3.4	0.8	3.9	10.5	49.1	2.5	3.0	0.6	0.7	1.0	1.2	12.3
<b>SC</b>	0.4	0.1	0.5	0.1	1.3	0.1	0.2	0.7	0.5	0.9	0.4	0.5	1.2	0.4	0.3	2.1	3.4	0.9	4.3	11.3	3.9	49.1	3.4	0.4	0.5	1.0	1.1	10.7
<b>RS</b>	0.3	0.1	0.6	0.1	1.2	0.1	0.2	0.7	0.4	0.9	0.4	0.5	1.0	0.3	0.3	1.7	2.5	0.7	3.3	7.9	2.2	2.0	57.2	0.5	0.6	0.9	1.0	12.2
<b>MS</b>	0.2	0.1	0.5	0.1	0.9	0.1	0.1	0.7	0.5	0.9	0.4	0.5	1.0	0.3	0.3	2.0	2.3	0.5	3.8	11.8	3.6	2.2	2.8	48.4	0.4	0.7	0.9	14.2
<b>MT</b>	0.7	0.3	0.8	0.1	1.0	0.1	0.2	0.8	0.6	1.2	0.5	0.6	1.3	0.4	0.5	3.1	3.0	0.6	5.7	7.7	2.7	1.9	2.0	0.5	38.0	1.1	1.0	23.8
<b>GO</b>	0.5	0.2	0.7	0.1	2.0	0.2	0.5	1.2	0.6	1.0	0.5	0.6	1.1	0.4	0.4	3.0	3.9	0.7	3.6	8.2	1.6	1.1	1.5	0.5	0.8	52.2	2.8	10.2
<b>DF</b>	0.2	0.1	0.3	0.0	0.8	0.1	0.3	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.1	1.6	1.4	0.4	1.7	2.0	0.8	0.8	1.0	0.2	0.3	2.2	81.0	2.1

Fonte: Guilhoto et al. (2017)

A Tabela 6 apresenta coeficientes que correspondem a variação das atividades industriais que compõem as indústrias de transformação nos anos de 2013, 2015 e 2016, comparando a variação do Estado do Ceará e do Brasil.

Na Tabela 6, é possível observar a variação do valor de transformação industrial, comparando o estado do Ceará com o Brasil. Nota-se que, mesmo com a redução nacional da atividade industrial fabricação de produtos têxteis, de R\$ 17,150 bilhões em 2015 para R\$ 16,130 em 2016, o estado do Ceará evidenciou um crescimento, passando de R\$ 0,76 bilhão para R\$ 0,80 bilhão no mesmo período.

**Tabela 6-** Variação do valor da transformação industrial – principais atividades da indústria de transformação no Ceará – 2013 e 2016

Atividades Industriais	Valor de transformação industrial (R\$ bilhões)									
	Variação (%)									
	Ceará		Brasil			Ceará		Brasil		
	2013	2015	2016	2013	2015	2016	16/13	16/15	16/13	16/15
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	3,87	3,37	3,41	20,91	18,88	18,34	-12,01	1,22	-12,31	-2,90
Fabricação de produtos alimentícios	3,45	3,12	3,37	195,73	197,36	205,66	-2,42	8,05	5,07	4,20
Confeção de artigos do vestuário e acessórios	1,91	1,84	1,62	29,12	23,74	22,84	-14,76	-11,94	-21,56	-3,78
Fabricação de bebidas	1,04	1,29	1,22	40,11	43,06	38,23	18,09	-5,31	-4,68	-11,21
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	0,87	1,13	1,14	129,71	117,61	109,36	30,87	0,41	-15,69	-7,02
Fabricação de produtos têxteis	0,99	0,76	0,80	20,29	17,15	16,13	-19,09	5,95	-20,49	-5,93
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	1,16	0,92	0,80	46,00	39,30	33,48	-31,09	-13,24	-27,23	-14,83
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,76	0,66	0,78	34,24	29,46	26,97	1,77	17,67	-21,21	-8,43
<b>Atividades Seleccionadas</b>	<b>14,04</b>	<b>13,09</b>	<b>13,13</b>	<b>516,11</b>	<b>486,57</b>	<b>471,01</b>	<b>-6,48</b>	<b>0,36</b>	<b>-8,74</b>	<b>-3,20</b>
<b>Demais Atividades Industriais de Transformação</b>	<b>3,42</b>	<b>3,14</b>	<b>3,07</b>	<b>617,83</b>	<b>536,10</b>	<b>499,68</b>	<b>10,40</b>	<b>-2,38</b>	<b>-19,12</b>	<b>-6,79</b>
<b>Total</b>	<b>17,47</b>	<b>16,23</b>	<b>16,20</b>	<b>1.133,94</b>	<b>1.022,66</b>	<b>970,69</b>	<b>-7,25</b>	<b>-0,17</b>	<b>-14,40</b>	<b>-5,08</b>

Fonte: IPECE, 2017

Analisando a variação, considerando a atividade industrial fabricação de têxteis, o Estado do Ceará variou positivamente em 5,95% no período de 2016/2015, enquanto no Brasil houve uma redução de -5,93% no mesmo período.

Por meio da aplicação do modelo *Input-Output*, é possível identificar a representatividade de cada setor econômico em uma determinada região, assim como a sua relação com outros setores, demonstrando o impacto destes setores na economia nacional. Pode-se verificar que, por meio da aplicação do método *Input-Output*, é possível identificar as relações existentes entre a indústria têxtil e os demais ramos de atividades.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista o objetivo proposto, verificou-se que, por meio do método *Input-Output*, foi possível verificar as relações existentes entre os diferentes setores econômicos, com foco na indústria de transformação e/ou têxtil brasileira. A identificação e mapeamento do percurso utilizado pelos produtos, para integrar o processo produtivo ou serem destinados ao consumo final, é relevante para que sejam realizadas pesquisas empíricas com maior especificidade em cada setor ou atividade.

A aplicação do modelo *Input-Output* é importante na geração de informações que evidenciam a relação de setores econômicos em um contexto nacional e global. É possível, com a identificação do impacto dos ramos de atividades na economia nacional, traçar estratégias que visem a eficiência do setor industrial.

Na análise dos resultados das pesquisas que aplicaram o modelo *Input-Output*, identificou-se que as principais informações obtidas foram: impactos econômicos em decorrência de algum fator que influencia na atividade industrial, tais como aumentos de energia ou de insumos; identificação da localização dos impactos ambientais; proposição de políticas públicas adequadas a particularidade de cada região produtiva, dentre outros.

A indústria têxtil gera resíduos que podem ser aproveitados por outros setores econômicos. Quando se consegue identificar a relação entre estes setores, aproxima-se da implementação de uma EC, na qual os atores (mercado, setor produtivo, governo e sociedade) conseguem reduzir os impactos ambientais e reaproveitam os produtos continuamente, aumentando o seu ciclo de vida.

Sugere-se, para estudos futuros, que seja ampliado o escopo da pesquisa, utilizando dados de atividades econômicas e produtos de outras regiões do Brasil de modo mais detalhado, além de verificar as principais relações existentes entre essas atividades e de que forma as importações e exportações também favorecem a inserção das indústrias brasileiras em uma Economia Circular mundial.

Sugere-se também que seja investigado como a indústria têxtil pode se inserir em uma EC, considerando a relação entre setores econômicos e propiciando o estabelecimento de ações propulsoras do desenvolvimento sustentável.

#### **4 ARTIGO 3 – ECONOMIA CIRCULAR E RELAÇÕES DE SUSTENTABILIDADE: UMA ANÁLISE DO SETOR TÊXTIL CEARENSE**

##### **RESUMO**

Ao longo das décadas estudos foram realizados e políticas públicas foram propostas e adotadas, com foco em ações que fomentam a redução de impactos ambientais causados pelo processo produtivo. Profissionais e pesquisadores discutem novos modelos de negócios, tornando-os cada vez mais circulares. Os modelos de negócios circulares facilitam os fluxos de bens e serviços e, ao mesmo tempo, inserem, no processo produtivo, elementos que não eram apropriados ao custo, tais como os fluxos de massa e energia. O objetivo deste artigo é analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos, no contexto de uma Economia Circular. Para isso, foi realizado um estudo multicase, com entrevistas semi-estruturadas junto aos gestores das indústrias têxteis cearenses cadastradas no Sindicato da indústria têxtil do Ceará, além de um levantamento de artigos constantes na base de dados *Scopus*, considerando as palavras-chave “*Circular Economy*” e “*Textil*”. Foram utilizadas a Matriz de Insumo-produto e a Tabela de Recursos e Usos do Estado do Ceará, disponibilizadas pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), para analisar as relações de sustentabilidade da indústria têxtil cearense. Como resultados, identificou-se que as principais relações de produção e demanda da indústria têxtil cearense ocorrem com os setores que produzem calçados e artefatos de couro. Já os gestores entrevistados informaram que praticam ações de sustentabilidade que se relacionam com os conceitos de Economia Circular, mesmo não possuindo conhecimento sobre o tema.

**Palavras-chave:** Economia Circular; setor têxtil; Modelo *Input-Output*; Ceará

## ABSTRACT

Over the decades, studies have been carried out and public policies proposed and adopted with a focus on actions aimed at reducing environmental impacts caused by the production process. Professionals and researchers discuss new business models, making them increasingly circular. Circular Economy models facilitate the flow of goods and services and, at the same time, insert elements into the production process that were not appropriate to cost, such as mass and energy flows. This article aims to verify the relations of the textile industry in Ceará and the other economic sectors, in the context of a Circular Economy. Therefore, a multi-study was carried out, with semi-structured interviews with managers of the textile industries registered with the State of Ceará Textile Union, as well as a survey of articles in the Scopus database, using the keywords "Circular Economy" and "Textil". The Input-Output Matrix and the *Tabela de Recursos e Usos do Estado do Ceará* (Table of Resources and Uses of the State of Ceará), made available by the Institute of Research and Economic Strategy of the State of Ceará (IPECE), were used to analyze the sustainability relations of the textile industry of Ceará. As a result, it was found that the main production and demand relations of the textile industry of Ceará occur with the sectors that produce footwear and leather goods. The interviewed managers informed that they take sustainability actions aligned with Circular Economy concepts, though they lack knowledge on the subject.

**Keywords:** Circular Economy; textile sector; Input-Output model; Ceará

## 4.1 INTRODUÇÃO

Ao longo das décadas, estudos foram realizados e políticas públicas foram propostas e adotadas com foco em ações visando a redução de impactos ambientais causados pelo processo produtivo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014). Nesse sentido, agendas foram adotadas por diferentes países, objetivando aliar o desenvolvimento econômico com a manutenção do capital natural.

Dentre as iniciativas mundiais, direcionadas ao desenvolvimento sustentável, encontram-se: o primeiro Fórum Mundial de Economia Circular, realizado no mês de junho de 2017, na Finlândia, com a participação de mais de 1.500 especialistas no tema, entre diretores de empresas, políticos e atores no estabelecimento de políticas públicas de 90 países, discutindo um detalhado plano de ação para adotar o novo modelo de Economia Circular e a Quarta Assembleia da Organização das Nações Unidas (ONU) para o Meio Ambiente, em Nairóbi, no Quênia, no dia 15 de março de 2019, quando ministros de mais de 170 países adotaram um plano que pedia a aceleração da mudança para modelos sustentáveis de desenvolvimento.

A ONU, no ano de 2015, visando adotar uma agenda relativa ao desenvolvimento sustentável e um acordo global sobre a mudança climática, lançou os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), compreendendo 17 objetivos e 169 metas a serem atingidas até 2030 (ONU, 2015).

Os objetivos e metas estabelecidos nos ODS orientam os países no desenvolvimento de ações conjuntas, que incluem o desenvolvimento sustentável, nas suas diferentes dimensões: econômica, social, ambiental, cultura, espacial, psicológica e política nacional e internacional, como foco (SACHS, 2002).

Dentre os 17 objetivos elencados, os de números 8 (Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos e todas), 9 (Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação) e o 12 (Consumo e produção sustentáveis) se relacionam entre si, uma vez que focam em estabelecer processos industriais sustentáveis com a promoção do crescimento econômico sustentado com inovação.

Os atuais modelos de negócios lineares que são frequentemente descritos como abordagens de “produza-use-desperdice” levaram o mundo a um enorme ciclo de produção de resíduos e extrema escassez de recursos (GEISSDOERFER et al., 2017). Profissionais e pesquisadores discutem novos modelos de negócios, tornando-os cada vez mais circulares.

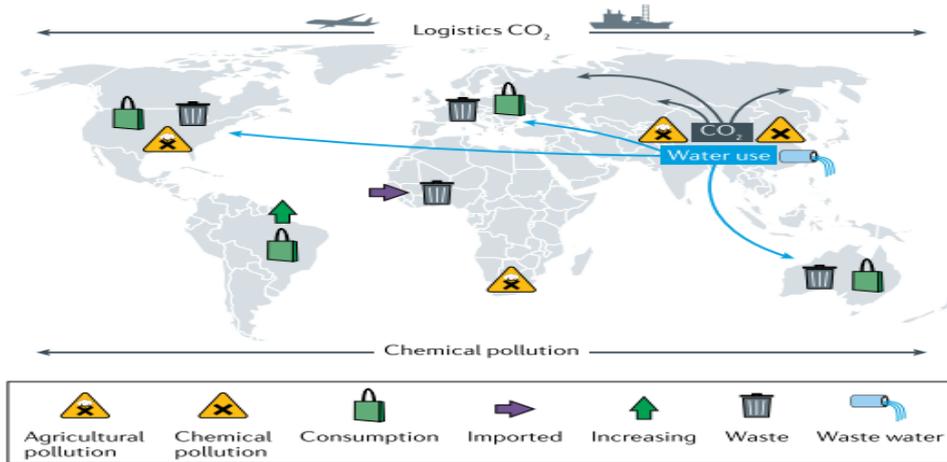
Os modelos de negócios circulares propõem soluções para avançar em direção a resíduos zero, reduzindo os impactos ambientais e aumentando o lucro econômico, por meio de estruturas e estratégias de inovação (WEETMAN, 2019; SASSANELLI, ROSA, ROCCA, 2019; SAAVEDRA et al., 2018; OGHAZI e MOSTAGHEL, 2018; HEYES et al., 2018; GEISSDOERFER et al., 2017; GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; RIZOS et al., 2016; LEWANDOWSKI, 2016; ROOS, 2014).

Os modelos de negócios circulares facilitam os fluxos de bens e serviços e, ao mesmo tempo, inserem, no processo produtivo, elementos que não eram apropriados ao custo, tais como os fluxos de massa e energia. O pensamento circular proporciona um planejamento de modo sustentável dos produtos, retornando ao sistema após o uso. Os benefícios com os negócios circulares podem ser financeiros, sociais e ambientais (LEWANDOWSKI, 2016).

Com a crescente preocupação com a sustentabilidade ambiental e social, o consumo e poluição de energia e água, a escassez de recursos naturais e emissão de gases de efeito estufa, a indústria têxtil, que gera uma pegada ambiental substancial desde o cultivo, fabricação de tecidos, até o descarte de itens em aterro pós-consumo, está enfrentando enormes desafios ambientais e de recursos. (SHIRVANIMOGHADDAM et al., 2020)

Para Niinimäki et al. (2020) a globalização do sistema têxtil resultou em uma distribuição desigual das consequências ambientais. Observa-se que países em desenvolvimento, produtores da maior parte dos têxteis e roupas, arcam com o ônus para os países desenvolvidos, consumidores dos produtos. A Figura 18 apresenta a distribuição geográfica dos principais impactos ambientais das cadeias de suprimentos têxteis e de moda no mundo.

**Figura 18-** Pontos críticos na produção têxtil.



**Fonte:** Niinimäki et al. (2020, p.192)

Dentre os impactos apresentados na Figura 18, (poluição agrícola, poluição química, consumo, desperdício e desperdício de água), observa-se o aumento do consumo de têxteis no Brasil. Além disso, é possível verificar as relações relativas ao desperdício de água e a emissão de CO<sub>2</sub> entre diferentes países e continentes.

O Nordeste é a segunda maior região em produção têxtil no Brasil, sendo o Ceará o Estado que mais possui municípios envolvidos com essa atividade. O aumento da exportação de seus produtos e o lançamento de criações o tornam um grande centro dinâmico da moda. Apesar de ter mais de 120 anos de história no setor da indústria têxtil, o recente crescimento do poder de consumo da população nordestina (e, mais especificamente, cearense) é determinante para esse cenário (FEBRATEX GROUP, 2019).

Como pontos fortes apontados na indústria têxtil do Estado do Ceará pelo FEBRATEX GROUP (2019), tem-se: geração de empregos (envolvendo mais de 200 mil pessoas na região); desenvolvimento do mercado local; dedicação praticamente exclusiva ao setor; produção pulverizada, ou seja, de vários produtores; contribuição para a redução das desigualdades sociais e econômicas da região e, construção de uma área em potencial para clientes de outras regiões.

O Ceará responde pela 11ª economia do País e pela 3ª do Nordeste. O PIB cearense abrange 2,1% do PIB brasileiro e 15,1% do PIB Nordestino. Sua economia está sustentada, principalmente, nas atividades ligadas aos Serviços (76,1%), seguidos das atividades da Indústria (19,2%) e da Agropecuária, que participa com 4,7% (TROMPIERI NETO, 2019).

No que se refere à composição do Produto Interno Bruto do Estado do Ceará no ano de 2019, é possível observar, na Tabela 7, que o quarto trimestre de 2019 se caracterizou como um período de crescimento para atividade industrial cearense. O Produto Interno Bruto (PIB)

do Ceará fechou o quarto trimestre de 2019 com crescimento de 4,27% em relação a igual período de 2018, quando este índice ficou em 1,43%.

O PIB cearense, no ano de 2019, ficou em 2,11%, acima do desempenho nacional, que foi de 1,1%. Dos três setores que compõem o PIB: Indústria, Serviços e Agropecuária, o primeiro apresentou crescimento de 4,08% no Ceará, em 2019; acima do nacional, de 0,5%. O segmento de Serviços fechou o ano de 2019 com elevação de 1,78%, também superando o índice nacional de 1,3%. Enquanto o setor agropecuário cearense evoluiu 1,33% em 2019, desempenho equivalente ao nacional, que foi de 1,3%. (SEPLAG, 2020).

**Tabela 7-** Taxas de crescimento (%) do PIB por atividades do Estado do Ceará

Setores e Atividades	4º Trim. 2018 (**)	1º Trim. 2019 (**)	2º Trim. 2019 (**)	3º Trim. 2019 (**)	4º Trim. 2019 (**)	Ano de 2019 (**)
<b>Agropecuária</b>	<b>20,22</b>	<b>4,58</b>	<b>-3,68</b>	<b>-0,63</b>	<b>7,57</b>	<b>1,33</b>
<b>Indústria</b>	<b>-4,66</b>	<b>-3,10</b>	<b>3,42</b>	<b>3,31</b>	<b>12,14</b>	<b>4,08</b>
Extrativa Mineral	3,94	-6,50	-10,41	-4,56	-7,39	-7,21
Transformação	-1,30	-2,52	4,35	-0,26	3,44	1,25
Construção Civil	-1,42	-0,68	5,53	2,80	7,68	3,88
Eletricidade, Gás e Água (SIUP)	-16,80	-7,14	0,03	12,12	40,40	11,33
<b>Serviços</b>	<b>1,62</b>	<b>1,20</b>	<b>1,83</b>	<b>1,57</b>	<b>2,49</b>	<b>1,78</b>
Comércio	1,92	2,01	5,61	3,29	5,25	4,07
Alojamento e Alimentação <sup>e</sup>	1,66	1,70	1,48	0,83	-0,07	0,98
Transportes	-0,71	1,96	3,14	1,02	1,92	1,98
Intermediação Financeira	1,40	0,71	1,63	1,61	4,61	2,18
Administração Pública	1,71	1,18	-0,22	0,81	-0,70	0,26
Outros Serviços	-0,18	-1,88	-2,14	-1,66	-1,49	-1,79
<b>Valor Adicionado (VA)</b>	<b>1,44</b>	<b>0,75</b>	<b>1,65</b>	<b>1,61</b>	<b>4,46</b>	<b>2,15</b>
<b>Produto Interno Bruto (PIB)</b>	<b>1,43</b>	<b>0,77</b>	<b>1,67</b>	<b>1,61</b>	<b>4,27</b>	<b>2,11</b>

Fonte: IPECE (2020)<sup>4</sup>

O principal segmento da indústria cearense, a transformação, registrou um crescimento de 3,44% sobre iguais meses do ano anterior. No período, o crescimento é explicado pelo aumento da produção em atividades que foram positivamente afetadas pela expansão da demanda característica do final do ano, com destaque para Confecções e artigos do vestuário (18,3%), Bebidas (9,5%) e Alimentos (5,1%) (IPECE, 2020).

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confecção (ABIT, 2018), no Brasil, o setor têxtil representa 16,7% dos empregos e 5,7% do faturamento da Indústria de Transformação. O Estado do Ceará, no ano de 2017, ocupava a 5ª posição na produção têxtil nacional, gerando cerca de 60 mil empregos de forma direta, reunindo a cadeia produtiva local.

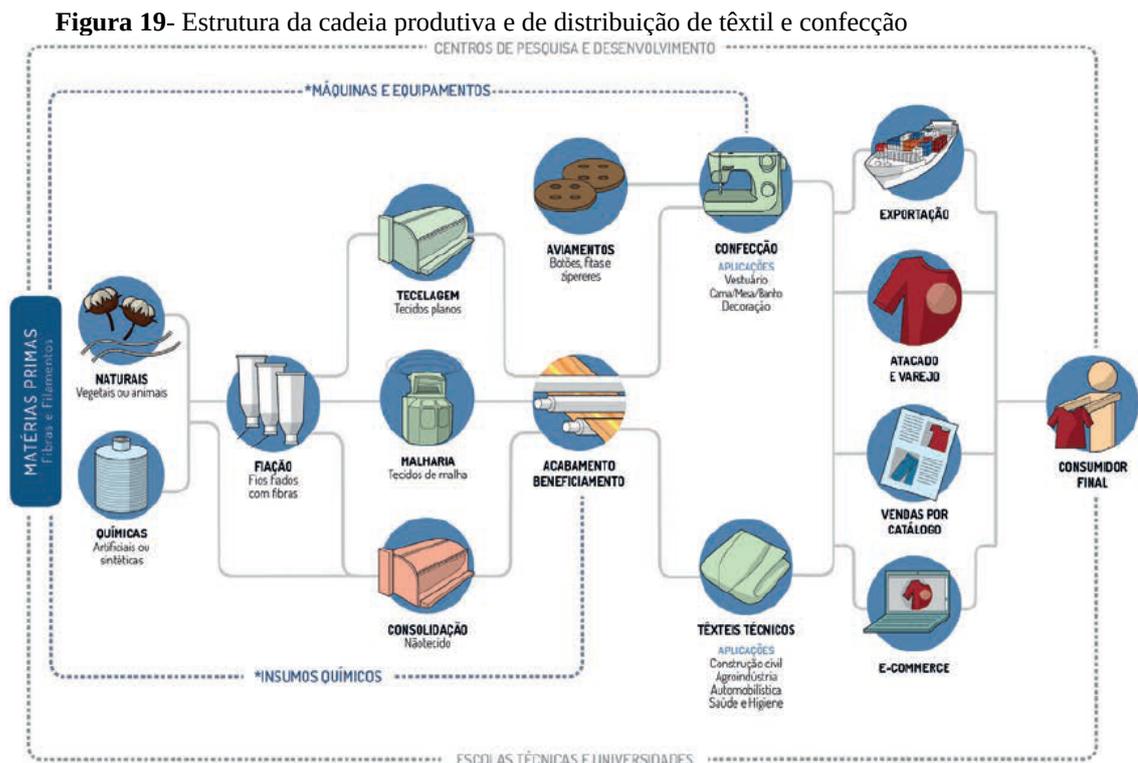
4. Em comparação a igual período do ano anterior

As regiões Sudeste e Sul concentram cerca de 80,9% da produção têxtil brasileira, enquanto o Nordeste participa com 16,2%. Os principais estados que concentram a indústria têxtil no Nordeste são: Ceará (4,0%), Bahia (3,6%), Paraíba (2,6%) e Rio Grande do Norte (2,1%) (MENDES JÚNIOR, 2017).

O setor têxtil é caracterizado pela sistematização e integração de departamentos que compõem o processo produtivo, assim como pela emissão de resíduos em cada um desses processos. Em cada etapa do processo de produção há a emissão de algum poluente, assim como o desperdício da matéria-prima introduzida no início do processo.

A Figura 19 discrimina as etapas da cadeia produtiva têxtil e de confecção, iniciando com a extração da matéria-prima e finalizando na destinação do produto ao consumidor final. Conforme a Abit (2017) as matérias-primas são destinadas à etapa de fiação, seguindo posteriormente para a tecelagem, malharia ou consolidação.

Após a etapa de acabamento, os produtos são destinados à confecção e em seguida à venda. Na Figura 19, constam 4 tipos de mecanismos de venda e entrega do produto ao consumidor final, são eles: exportação, atacado e varejo, vendas por catálogo e *e-commerce*.



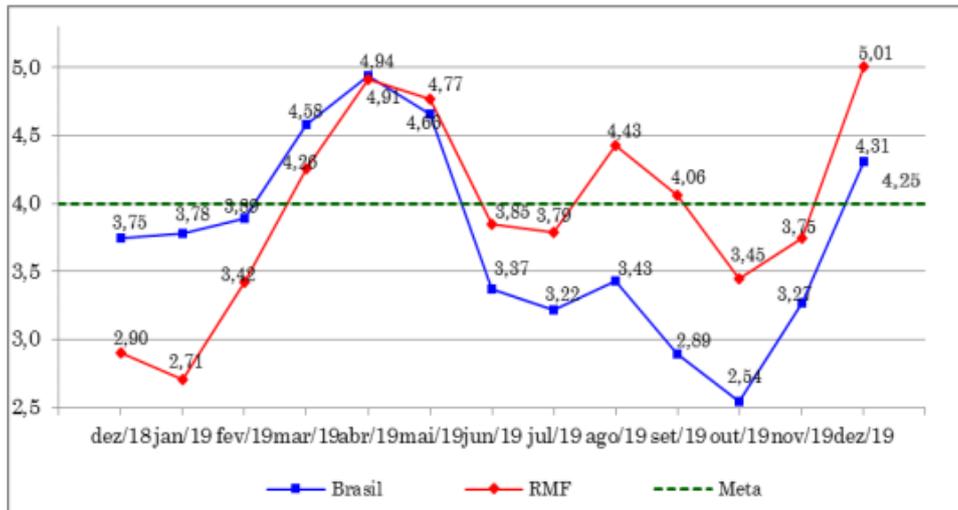
Fonte: ABIT, 2017

A análise de cada etapa de produção é importante no objetivo de reduzir desperdícios e tornar eficiente a confecção do produto. Da mesma forma, os insumos provenientes de cada

etapa de produção podem ser reinseridos no sistema, ou destinados a outras atividades econômicas para fabricação de novos produtos, tornando modelos circulares.

Uma vez que as indústrias têxteis, objeto de estudo neste artigo, estão localizadas na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), o Gráfico 5 apresenta a variação do índice IPCA, no período de dezembro de 2018 a dezembro de 2019, comparando com o Brasil. Observa-se que, a partir de abril de 2019, a inflação na Região Metropolitana de Fortaleza se mantém superior ao indicador nacional, chegando a 5,01% em dezembro de 2019 contra 4,31% do Brasil, ocasionando um aumento nos preços dos produtos da RMF maior que no Brasil.

**Gráfico 5-** Variação acumulada – IPCA – de dezembro de 2018 a dezembro de 2019 -Brasil e região metropolitana de Fortaleza.



Fonte: IPECE (2020)

No Ceará, a Federação das Indústrias do Estado do Ceará (2015) elaborou o Projeto Rotas Estratégicas Setoriais, com a finalidade de sinalizar caminhos de construção do futuro para cada um dos setores e áreas identificados como mais promissores para a indústria do Ceará, nos horizontes de 2018, 2020 e 2025. Os setores contemplados foram: água, meio ambiente, biotecnologia, construção e minerais não metálicos, logística, economia do mar, eletro-metal-mecânico, energia, indústria agroalimentar, produtos de consumo, saúde, tecnologia da informação, turismo e economia criativa, e segurança pública.

As Rotas Estratégicas visam contribuir para o desenvolvimento econômico do Ceará, permitindo a setORIZAÇÃO e a orientação espacial das estratégias de desenvolvimento industrial sustentável em uma perspectiva de longo prazo e, também, por induzirem a criação de ambientes que atraiam, retenham e desenvolvam pessoas, empresas e investimentos focados na inovação e na sustentabilidade. (FIEC, 2015)

Nota-se que a indústria têxtil não foi inserida no projeto do Governo do Ceará, Rotas Estratégicas Setoriais, de modo que esta pesquisa contribui no auxílio à definição de ações e metas para a inserção do setor têxtil em uma EC.

Tendo em vista a relevância do setor têxtil cearense e por serem identificados estudos que investigassem como este ramo de atividade se relaciona com os demais setores em um contexto de EC, este artigo visa responder a seguinte questão-problema: ***como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos, em um contexto de Economia Circular?***

Por meio de um estudo multicaso, decorrente de entrevistas semiestruturadas realizadas com gestores de duas indústrias têxteis cearenses cadastradas no Sindtêxtil, além da análise da Matriz de Insumo-Produto e da Tabela de Recursos e Usos do Estado do Ceará, disponibilizadas pelo IPECE (2017), buscou-se analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos, no contexto de uma Economia Circular.

Com o mapeamento das relações entre setores, é possível identificar o caminho percorrido por bens, além de propor políticas públicas e ações sistematizadas com a participação integrada da sociedade, do governo e do setor industrial produtivo, que conduzam a um cenário de Economia Circular.

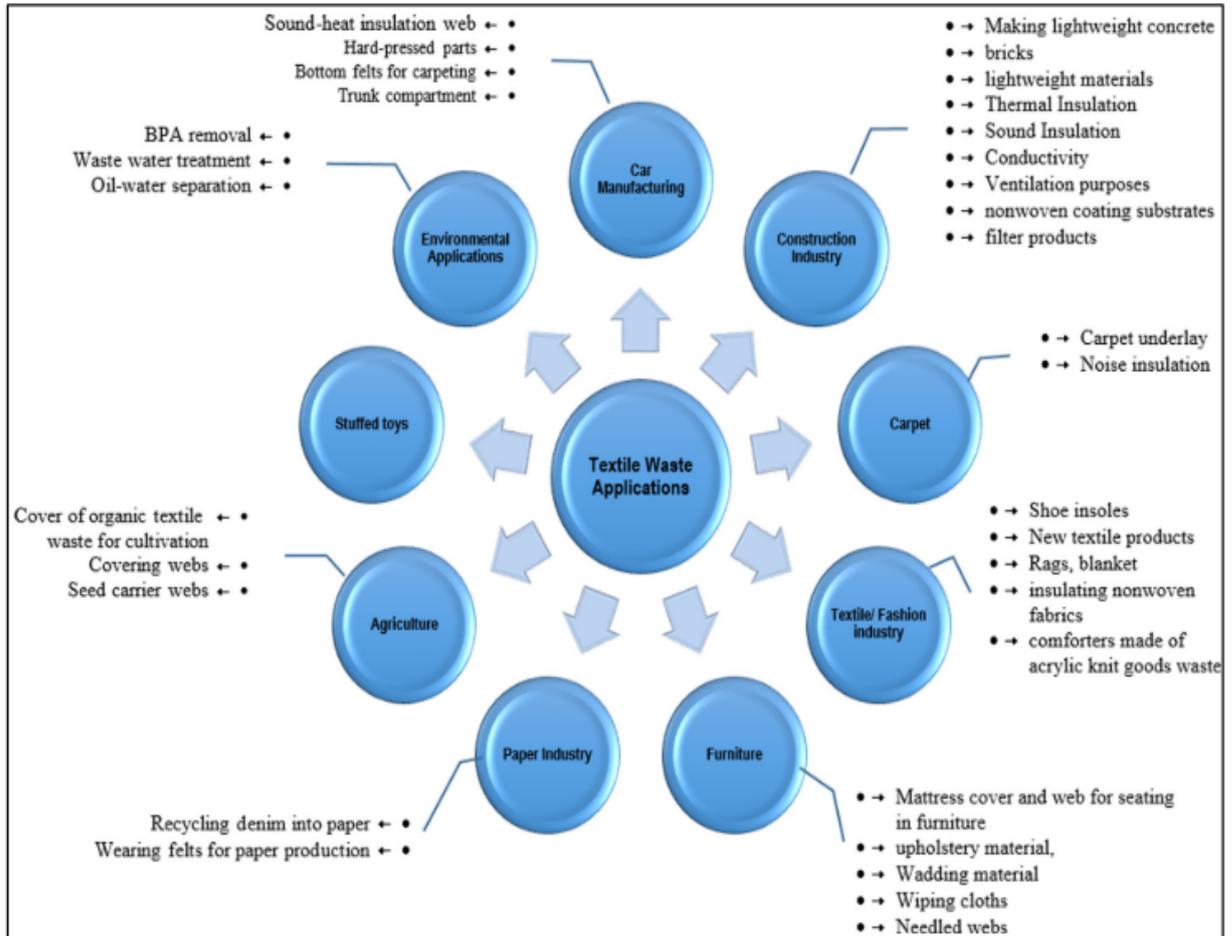
## 4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.2.1 Aproveitamento de resíduos têxteis em outras indústrias

A *Ellen MacArthur Foundation* (2017) aponta para a importância da reutilização e reciclagem na melhoria futura da EC. Dessa maneira, a atenção e o interesse da indústria têxtil na reutilização e reciclagem estão aumentando rapidamente. (SHIRVANIMOGHADDAM, 2020).

A Figura 20 apresenta exemplos de aplicações de resíduos, provenientes da indústria têxtil, em outros tipos de indústrias e produtos. Esses exemplos possibilitam repensar a circularidade do produto têxtil e dos resíduos emitidos.

**Figura 20-** Aplicações para resíduos têxteis reciclados em diferentes indústrias



Fonte: Shirvanimoghaddam (2020, p.8)

Dentre as aplicações, apontadas por Shirvanimoghaddam (2020), para os produtos têxteis reciclados ou resíduos da indústria têxtil, destacam-se:

- Indústria da construção: uso de resíduos de tecido e resíduo desse resíduo como isolamento térmico e acústico, ventilação, condutividade, fabricação de materiais leves, concreto e tijolos;
- Aplicações ambientais: uso de resíduos de algodão como um catalisador sustentável, tratamento de água, remediação de poluição e remoção de Bisfenol A (BPA) em águas residuais;
- Indústria de papel: uso de resíduos plásticos para uso de feltros para produção de papel e o uso de *denim* reciclado para a fabricação de papel;

- Indústria têxtil e da moda: aproveitamento de resíduos têxteis por grandes marcas de moda e vestuário para a produção de novos produtos têxteis;
- Indústria de carpetes: aproveitamento de resíduos têxteis como isolamento acústico e reforço de carpetes;
- Indústria automobilística: uso de resíduos têxteis reciclados como teia de isolamento acústico e térmico, fazendo peças duramente prensadas para forros de assentos, pisos e feltros de fundo para carpetes;
- Indústria agrícola: utilização de resíduos têxteis como camada de cobertura da superfície de cultivo e tecido reciclado usado como uma teia de cobertura e transportadora de sementes;
- Indústria de móveis: resíduos têxteis reciclados usados a fabricação de capa de colchão, material de estofamento, material de enchimento e teias agulhadas;
- Brinquedos: resíduos têxteis reciclados podem ser usados na fabricação de brinquedos de pelúcia.

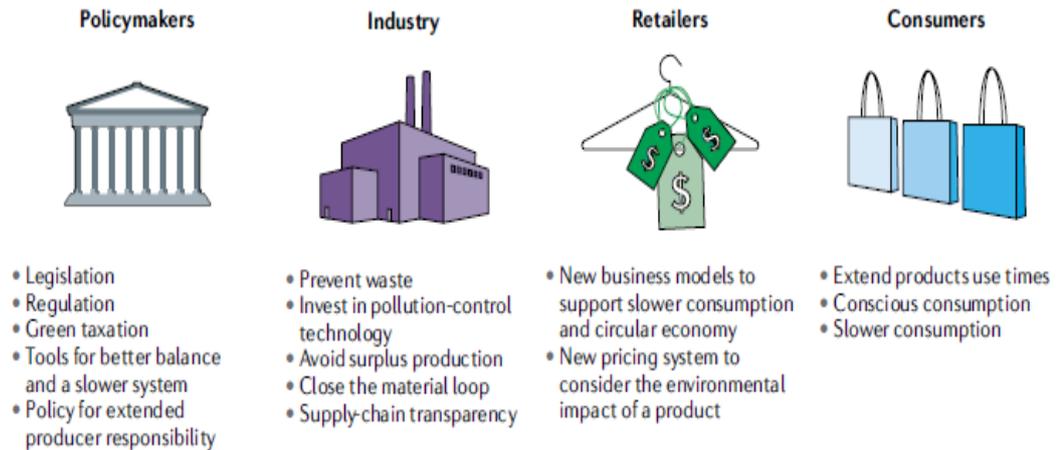
Nota-se a possibilidade de reaproveitamento dos resíduos têxteis ou produtos têxteis reciclados em diferentes setores e para diferentes utilidades. Com isso é possível compreender a necessidade de mapear as relações entre setor têxtil e demais setores situados em diferentes locais, visando propor ações sustentáveis que visam a Economia Circular.

Para Niinimäki et al. (2020), no setor da moda os processos de produção e as atitudes de consumo devem ser alterados, uma vez que é baseado em produção e vendas sempre crescentes, fabricação rápida, produtos de baixa qualidade e ciclos de vida curtos, levando a um consumo insustentável, produção rápida de material, desperdício substancial e grandes impactos ambientais.

Para que essa mudança de paradigma ocorra, é necessário o envolvimento das partes interessadas: a indústria têxtil deve investir em tecnologia limpa, empresas de moda devem construir novos modelos de negócios, consumidores devem mudar seus hábitos de consumo e formuladores de políticas devem modificar a legislação e as regras globais de negócios (Niinimäki et al., 2020).

A Figura 21 demonstra as principais abordagens relativas ao novo paradigma para a moda sustentável, envolvendo ações destinadas a formuladores de políticas, indústria, varejistas e consumidores, incluindo a limitação do crescimento, redução do desperdício e a promoção de uma economia circular:

**Figura 21-** Recomendações para criação de um modelo de negócios de têxtil ecologicamente correto.



Fonte: Niinimäki et al. (2020, p. 196)

Destacam-se as seguintes ações: formuladores de políticas (legislação, regulação, taxação verde); indústria (prevenção de desperdício, investimento em tecnologias de controle da poluição e transparência na cadeia de suprimentos); varejistas (novos modelos de negócios, para apoiar o consumo mais lento e a EC; e novo sistema de preço, para considerar o impacto ambiental do produto) e consumidores (consumo consciente e consumo mais lento) (Niinimäki et al. 2020).

#### 4.2.2 Caracterização do setor têxtil brasileiro e cearense

No que se refere à composição setorial, a indústria têxtil brasileira representa 1,1% no valor da indústria de transformação. Esse percentual é de 1,2% quando se trata de Nordeste e de 2,4% relativo ao Estado do Ceará. Significa dizer que do total de indústrias que compõem o setor de transformação no Ceará, o setor têxtil representa 2,4% (portal da indústria, 2020).

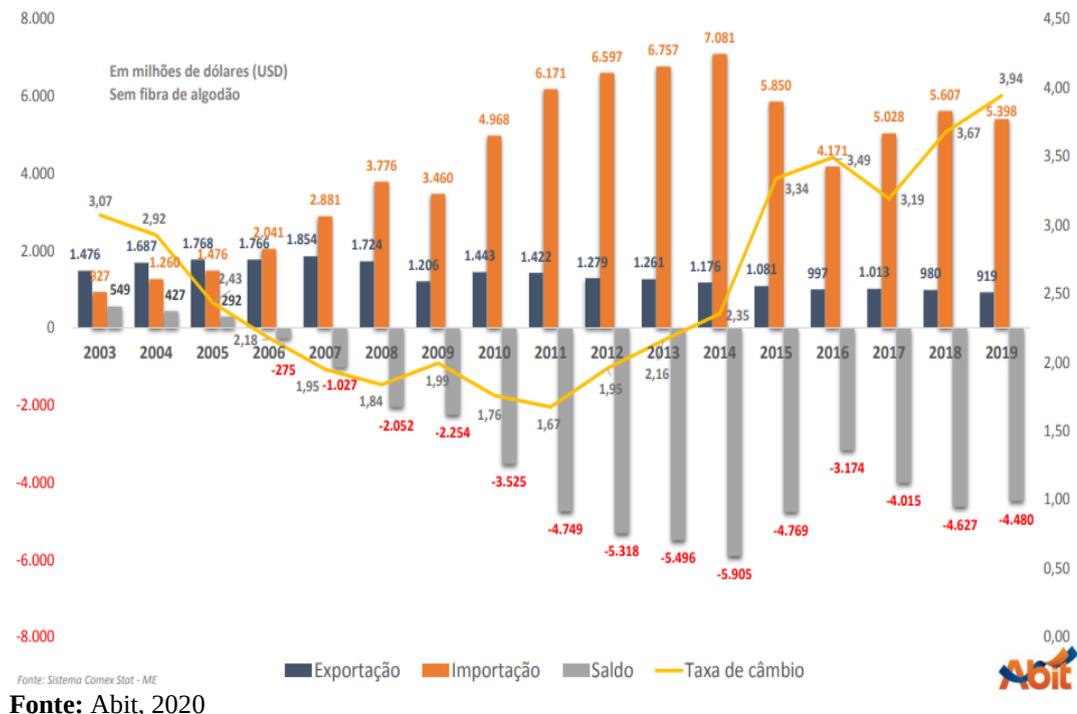
De acordo com relatório do Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI) (2018), no Brasil, existem 27 mil indústrias formais atuando na cadeia têxtil/confecção, com faturamento na ordem de US\$ 52 bilhões e 1,5 milhão de empregos gerados. A indústria têxtil está presente em todo o território nacional, embora a maioria das fábricas estejam concentradas na Região Sudeste, que abriga 46,1% das unidades produtivas, seguida pelo Sul, com 31,5% e Nordeste, com 17,6%. A produção têxtil brasileira é de 2 milhões de toneladas por ano.

O Brasil é, atualmente, o quinto maior produtor têxtil do mundo, com destaque para os polos industriais situados no Agreste Pernambucano, no Ceará, no Vale do Itajaí/SC, e em Americana/SP (Febratexgoup, 2019). A participação da indústria de transformação no PIB brasileiro, conforme relatório da CNI (2019), correspondeu a 11,3% no ano de 2018.

O Ministério da Economia, por meio do Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), disponibiliza informações sobre os saldos da balança comercial, que correspondem à relação entre entradas e saídas de bens em um determinado período, tanto em nível nacional como por estado. O Gráfico 6 demonstra as exportações, importações e o saldo da balança comercial no período de 2003 a 2019, relativa ao setor têxtil e de confecção nacional.

Observa-se, no Gráfico 6, que a partir do ano de 2006 as indústrias têxteis brasileiras importam mais do que exportam, mantendo um saldo negativo na balança comercial. De acordo com a série histórica apresentada, apenas de 2003 a 2005, o saldo da balança comercial é positivo.

**Gráfico 6-** Saldo da Balança Comercial – Setor Têxtil e Confecção.

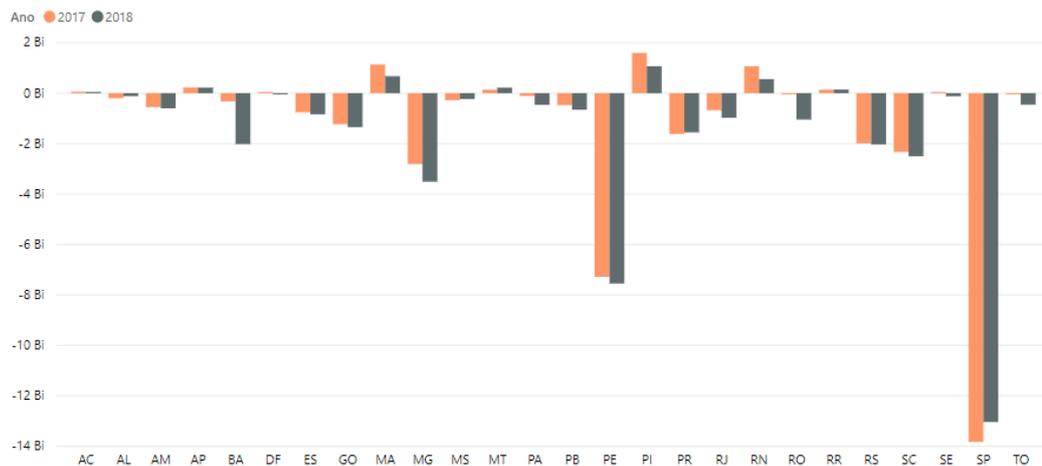


Já no Gráfico 7, observa-se o saldo da balança comercial, nos anos de 2017 e 2018, relativa às compras e vendas do estado do Ceará com os demais estados federativos. As relações com os estados do Amapá, Maranhão, Mato Grosso, Piauí, Rio Grande do Norte e Roraima proporcionam um saldo positivo nos dois anos investigados. Significa dizer que

nesses estados listados o Ceará vende mais do que compra bens, verificando-se uma maior relação com estados das regiões Norte e Nordeste.

Vale destacar que as informações constantes no Gráfico 7 não correspondem apenas a vendas e compras provenientes da indústria têxtil, mas da produção de todos os setores industriais, baseadas nas notas fiscais eletrônicas de entradas e saídas,

**Gráfico 7-** Saldo da Balança comercial entre o Estado do Ceará e os demais estados nos anos de 2017 e 2018



**Fonte:** Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), 2020

Quando se analisa apenas o estado do Ceará, no que se refere às exportações e importações de produtos têxteis, no período de 2018 a 2019, conforme demonstrado na Tabela 8, houve mais importações do que exportações, seguindo a tendência nacional, conforme já apresentado no Gráfico 6.

**Tabela 8-** Importações e Exportações de têxteis do estado do Ceará de 2018 a 2019.

EXPORTAÇÕES					
JAN – DEZ/2018		JAN-DEZ/2019		VARIÇÃO (%) JAN-DEZ/2019/JAN-DEZ/2018	
US\$ FOB	Kg Líquido	US\$ FOB	Kg Líquido	US\$ FOB	Kg Líquido
39.288.803	6.033.567	40.749.052	7.437.126	3,72	23,26
IMPORTAÇÕES					
121.947.284	42.964.062	112.462.907	42.252.887	-7,78	-1,66
SALDO					
<b>-82.658.481</b>	<b>-36.930.495</b>	<b>-71.713.855</b>	<b>-34.815.761</b>	<b>-13,24</b>	<b>-5,73</b>

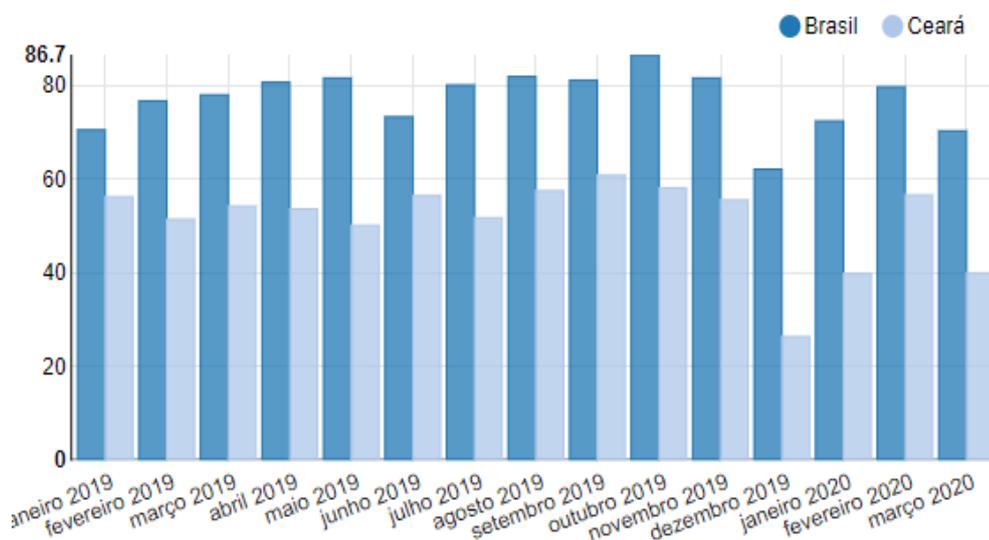
**Fonte:** Ministério da Economia, 2020

Outra informação relevante, no que se refere ao panorama da indústria têxtil brasileira e cearense, é o comparativo quanto à produção física em um determinado período. O Gráfico 8 evidencia uma série histórica de produção, a partir do mês de janeiro de 2019 a março de 2020, tanto para o Estado do Ceará como para o Brasil. Em relação à média de produção nacional, observa-se uma constância, com destaque para o mês de novembro de 2019, com 86,7 mil produtos vendidos. O Estado do Ceará possui variações maiores, destacando-se os meses de janeiro e outubro de 2019 (média de 59 mil produtos).

Os meses com menor produção, tanto nacional como do estado do Ceará, foram dezembro de 2019 e janeiro de 2020. Vale destacar que uma retração do mercado consumidor neste período afetou diretamente à produção nacional e, conseqüentemente, todos os estados brasileiros.

O fraco desempenho das indústrias têxteis se deve à retração econômica, ao aumento do desemprego e a maior cautela do mercado consumidor (Jornal do Comércio, 2020), estas informações podem ser observadas pela variação negativa nos seguintes indicadores: Rendimento Médio Real (-1,3%), Faturamento Real e Horas Trabalhadas, ambos com -1,0%, Emprego (-0,1%) e Nível de Utilização da Capacidade Instalada (NUCI) (-0,5p.p) (CNI, 2020).

**Gráfico 8-** Produção da Indústria têxtil no Brasil e no Ceará de janeiro de 2019 a março de 2020



**Fonte:** IBGE – Pesquisa industrial mensal – Produção física

Ainda, abordando a produção física, na Tabela 9, constam as variações percentuais entre diferentes estados e setores industriais. As informações contidas na Tabela 9, no que se refere à variação nacional e do estado do Ceará, podem ser comparadas com os dados do

Gráfico 8. Percebe-se uma variação negativa com relação à produção física acumulada relativa ao setor têxtil, tanto no Brasil (-1,3%), como no Ceará (-15,7).

**Tabela 9-** Produção física por estado e por atividades.

LOCAIS	Produção Física 2020			Produção Física Acumulada Setorial*		
	Mar/2020 Mar/2019	Varição % Acumulad o 2020	Mar/2020 Fev/2020	Atividades	Ceará	Brasil
Rio de Janeiro	9,4	9,4	-1,3	Petróleo, derivados e álcool	38,2	11,3
Bahia	5,8	7,1	-5,0	Produtos de metal	7,5	-1,9
Paraná	1,6	2,6	-4,9	Alimentos	7,5	1,3
Pernambuco	1,4	5,6	-7,2	Minerais não metálicos	2,1	-4,8
Goiás	-1,2	-1,2	-2,8	Vestuário	-0,3	-10,9
Mato Grosso	-2,2	-1,8	-4,1	Bebidas	-2,3	-4,3
Pará	-2,4	-0,8	-12,8	Máq. e aparelhos elétricos	-2,3	0,8
Minas Gerais	-4,2	-8,4	-1,2	Calçados e Couro	-9,8	-9,8
São Paulo	-4,2	-2,3	-5,4	Metalurgia	-14	-2,2
Amazonas	-5,7	-1,2	-11,0	<b>Têxtil</b>	<b>-15,7</b>	<b>-1,3</b>
Rio Grande do Sul	-13,7	-4,7	-20,1	Produtos químicos	-31,6	0,2
Espírito Santo	-14,2	-13,3	-6,2	<b>Transformação e Extrativa</b>	<b>-1,4</b>	<b>-1,7</b>
Santa Catarina	-15,6	-5,1	-17,9			
<b>Ceará</b>	<b>-10,5</b>	<b>-1,4</b>	<b>-21,8</b>			
<b>Nordeste</b>	<b>-1,0</b>	<b>4,3</b>	<b>-9,3</b>			
<b>Brasil</b>	<b>-3,8</b>	<b>-1,7</b>	<b>-9,1</b>			

Fonte: Observatório da indústria – FIEC.<sup>5</sup>

Dentre os estados apresentados na Tabela 9, Santa Catarina (-15,6%) e Espírito Santo (-14,2%) foram os que mais sentiram a retração na produção, quando comparados com o mesmo mês do ano anterior. A maior variação negativa de produção, quando comparada ao mês anterior, ocorreu nos estados do Ceará (-21,8%) e Rio Grande do Sul (-20,1%). A retração do Estado do Ceará foi maior quando comparado à média nacional (-9,1) e do Nordeste (-9,3).

Destaca-se que, no acumulado do ano de 2020, o comportamento da região Nordeste foi positivo (4,3%) enquanto a média nacional (-1,7%) e do Ceará (-1,4) foram negativas, demonstrando que as indústrias têxteis da região Nordeste, principalmente nos estados de Pernambuco (5,6%) e Bahia (7,1%), conseguiram aumentar ou manter sua produção em um cenário de adversidades e incertezas.

No que se refere à variação dos setores que compõem as indústrias de transformação no estado do Ceará, a Tabela 10 demonstra o comportamento de cada um destes setores com início no quarto trimestre de 2018 e término no quarto trimestre de 2019. O setor de fabricação de produtos têxteis variou de forma negativa ao longo do período em análise, com

5.Dados de março de 2020

destaque para o terceiro trimestre de 2019, significando que o volume de produção foi inferior quando comparados com os trimestres anteriores.

O diagnóstico apresentado na Tabela 10 é relevante, principalmente, quando se analisam as razões que influenciaram a redução da produção. De acordo com o relatório do IPECE (2020), alguns fatos e características de 2019 ajudam a entender a variação negativa da indústria de transformação e têxtil, tais como: a recuperação lenta da economia, afetando a retomada do mercado de trabalho, da renda e da demanda agregada e a transição política, alterando as diretrizes da política econômica e de fortes correções fiscais, tanto em nível federal, quanto para os estados e municípios.

**Tabela 10-** Variação Trimestral e Acumulada (%) da Produção Física por Atividades Industriais – Ceará – 2018 e 2019

Setores	Variação Trimestral <sup>1</sup>					Variação Acumulada <sup>2</sup>		
	2018.4	2019.1	2019.2	2019.3	2019.4	2018	2019	Contribuição <sup>3</sup> (2019) (em p.p.)
<b>Indústrias de transformação</b>	<b>0,2</b>	<b>-0,4</b>	<b>4,8</b>	<b>0,3</b>	<b>2,0</b>	<b>0,4</b>	<b>1,6</b>	-
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	49,7	65,5	232,6	190,0	38,4	57,6	104,8	2,38
Fabricação de outros produtos químicos	-12,9	-1,3	19,3	3,9	12,1	-2,8	7,9	0,24
Fabricação de bebidas	-6,8	4,0	11,7	-0,8	9,5	2,6	5,9	0,57
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-13,0	4,8	14,4	-1,9	6,8	-1,6	5,6	0,22
Fab. de prod. de minerais não-metálicos	-1,4	-5,1	6,1	11,8	7,5	-3,0	5,3	0,23
Confecção de art. do vestuário e acessórios	-14,5	-11,9	-2,0	3,8	18,3	-7,4	2,2	0,26
Preparação de couros e fabr. de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	13,9	-2,6	7,3	5,3	-7,0	2,1	0,2	0,05
Metalurgia	26,2	17,6	-3,9	-7,3	-19,1	9,4	-4,1	-0,23
Fabricação de produtos alimentícios	-6,8	-1,0	-5,6	-19,5	5,1	-2,9	-5,8	-1,07
<b>Fabricação de produtos têxteis</b>	<b>-8,1</b>	<b>-7,1</b>	<b>-6,3</b>	<b>-15,0</b>	<b>-4,6</b>	<b>-0,7</b>	<b>-8,6</b>	<b>-0,40</b>
Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	-14,1	-10,4	-15,8	-9,1	-4,3	0,8	-9,7	-0,67

Fonte: IPECE, 2020<sup>6</sup>

A Tabela 11 apresenta informações relativas ao saldo da balança comercial do estado do Ceará, obtido mediante o confronto de entradas e saídas de mercadorias nos anos de 2017 e 2018. É possível analisar as principais relações comerciais do estado, seja referente à origem da compra como à demanda por produtos. Vale ressaltar que as informações apresentadas na Tabela 11 não se referem especificamente a um determinado setor ou produto. Estes dados foram compilados junto ao Conselho de Política Fazendária (CONFAZ) do Ministério da Economia.

6. Variações trimestrais em relação ao mesmo período do ano anterior; (2) Variação acumulada no ano na comparação com o mesmo período do ano anterior; (3) Contribuição das atividades para o resultado total da variação acumulada da indústria de transformação. Dados ordenados pelo crescimento no acumulado de 2019.

Tabela 11- Relação comercial do Estado do Ceará com os outros Estados 2017-2018 (Em R\$)

UFs	ENTRADAS			SAÍDAS			SALDO		
	2017	2018	Variação%	2017	2018	Variação%	2017	2018	Variação%
AC	2.131.528,	3.469.930,	-38,57	65.736.997,	55.530.155,	-15,53	63.605.469,	52.060.225,	-18,15
AL	920.169.193,	878.292.468,	4,77	722.209.483,	761.979.685,	5,51	197.959.710,	116.312.783,	-41,24
AM	1.794.855.533,	1.902.802.363,	-5,67	1.243.530.762,	1.301.409.617,	4,65	551.324.771,	601.392.746,	9,08
AP	57.521.895,	47.092.053,	22,15	281.056.456,	268.047.567,	-4,63	223.534.561,	220.955.514,	-1,15
BA	<b>4.762.853.100,</b>	<b>5.702.293.844,</b>	-16,47	4.430.128.087,	3.661.982.988,	-17,34	332.725.013,	2.040.310.856,	513,21
DF	428.418.528,	524.441.663,	-18,31	438.877.932,	473.803.577,	7,96	10.459.404,	50.638.086,	-584,14
ES	1.482.684.297,	1.699.362.456,	-12,75	723.979.665,	857.166.032,	18,40	758.704.632,	842.196.424,	11,00
GO	2.300.258.661,	2.459.288.960,	-6,47	1.071.592.245,	1.112.071.623,	3,78	1.228.666.416,	1.347.217.337,	9,65
MA	1.763.865.744,	2.284.058.581,	-22,77	2.904.891.697,	2.959.930.826,	1,89	1.141.025.953,	675.872.245,	-40,77
MG	4.659.201.768,	5.545.355.833,	-15,98	1.851.711.127,	2.036.386.639,	9,97	2.807.490.641,	3.508.969.194,	24,99
MS	526.182.192,	525.362.152,	0,16	248.879.293,	294.104.929,	18,17	277.302.899,	231.257.223,	-16,60
MT	515.650.586,	555.716.115,	-7,21	655.174.143,	770.371.508,	17,58	139.523.557,	214.655.393,	53,85
PA	2.029.217.856,	2.479.180.948,	-18,15	1.918.268.533,	2.017.162.111,	5,16	110.949.323,	462.018.837,	316,42
PB	2.383.162.399,	2.611.276.449	-8,74	1.909.441.674,	1.956.728.660,	2,48	473.720.725,	654.547.789,	38,17
PE	11.455.918.695,	11.832.651.680,	-3,18	4.170.407.876,	<b>4.281.241.241,</b>	2,66	7.285.510.819,	7.551.410.439,	3,65
PI	1.759.159.343,	2.326.991.425,	-24,40	3.357.941.443,	3.396.042.088,	1,13	1.598.782.100,	1.069.050.663,	-33,13
PR	2.916.556.871,	2.975.056.205,	-1,97	1.300.897.993,	1.420.721.788,	9,21	1.615.658.878,	1.554.334.417,	-3,80
RJ	3.496.379.001,	3.457.936.410,	1,11	2.819.695.557,	2.479.781.691,	-12,05	676.683.444,	978.154.719,	44,55
RN	3.050.219.636,	3.440.523.256,	-11,34	4.119.571.906,	<b>3.996.913.685,</b>	-2,98	1.069.352.270,	556.390.429,	-47,97
RO	175.699.798,	1.206.361.247,	-85,44	164.570.190,	161.218.207,	-2,04	11.129.608,	1.045.143.040,	9290,65
RR	<b>9.024.890,</b>	<b>9.055.799,</b>	-0,34	149.562.347,	158.863.390,	6,22	140.537.457,	149.807.591,	6,60
RS	3.339.429.669,	3.298.784.126,	1,23	1.349.813.307,	1.266.520.033,	-6,17	1.989.616.362,	2.032.264.093,	2,14
SC	4.208.896.337,	4.542.924.888,	-7,35	1.873.680.734,	1.999.307.642,	6,70	2.335.215.603,	2.543.617.246,	8,92
SE	576.104.769,	756.421.806,	-23,84	596.000.601,	636.770.441,	6,84	19.895.832,	119.651.365,	-701,39
SP	<b>23.253.788.626,</b>	<b>23.461.313.668,</b>	-0,88	9.426.017.437,	<b>10.423.244.044,</b>	10,58	13.827.771.189,	13.038.069.624,	-5,71
TO	358.657.816,	753.347.567,	-52,39	340.516.301,	301.043.286,	-11,59	18.141.515,	452.304.281,	2393,20
<b>TOTAL</b>	<b>78.226.008.730,</b>	<b>85.279.361.895,</b>	<b>-8,27</b>	<b>48.134.153.790,</b>	<b>49.048.343.456,</b>	<b>1,90</b>	<b>30.091.854.940,</b>	<b>36.231.018.439,</b>	<b>20,40</b>

**Fonte:** Elaboração própria com base nos dados das Notas Fiscais disponibilizadas pelo Conselho Nacional de Política Fazendária (CONFAZ), 2020.

Na Tabela 11, conforme grifos, observa-se que o estado do Ceará, com base em dados de 2018, adquire mercadorias, predominantemente, dos estados de São Paulo (R\$ 23.461.313.668,00), seguido por Roraima (R\$ 9.055.799,00) e Bahia (R\$ 5.702.293.844,00). No que se refere às transações de vendas, os estados com maior participação são: São Paulo (R\$ 10.423.244.044,00), seguidos por Pernambuco (R\$ 4.281.241.241, 00) e Rio Grande do Norte (R\$ 3.996.913.685,00). Nota-se que o estado de São Paulo é a principal fonte de relação do estado do Ceará, tanto no que se refere às entradas como às saídas de produtos.

A variação na produção e consumo afeta um indicador social, o qual impacta diretamente nas estratégias a serem adotadas quanto ao planejamento de políticas voltadas à EC. Este indicador é o emprego e, conforme demonstra a Tabela 12, variou positivamente no total de empregos gerados. No entanto, quando se analisa apenas o setor têxtil e de vestuário, a variação é negativa.

**Tabela 12-** Geração de empregos formais Ceará e Brasil (Acumulado até dezembro de 2019)

SETORES	CEARÁ		BRASIL	
	Empregos Gerados	Varição (%)	Empregos Gerados	Varição (%)
<b>TOTAL</b>	<b>10.319</b>	<b>0,9</b>	<b>644.079</b>	<b>1,7</b>
<b>INDÚSTRIA</b>	<b>-4.575</b>	<b>-1,5</b>	<b>100.891</b>	<b>1,0</b>
<b>SERV. INDUST. DE UTIL. PÚBLICA</b>	<b>428</b>	<b>5,0</b>	<b>6.430</b>	<b>1,5</b>
<b>TRANSFORMAÇÃO</b>	<b>-1.282</b>	<b>-0,6</b>	<b>18.341</b>	<b>0,3</b>
Material elétrico e comunicações	1.591	49,6	2.528	1,1
Metalúrgica	462	3,5	7.572	1,3
Química e farmacêuticos	381	3,3	6.056	0,7
Mecânica	71	0,9	11.163	2,1
Minerais não metálicos	70	0,6	243	0,1
Material de transporte	52	1,9	-6.631	-1,5
Borracha, fumo, couro, ind. diversas	-49	-0,9	-3.957	-1,3
Madeira e do mobiliário	-100	-1,4	-5.018	-1,2
Papel e papelão	-102	-1,3	-6.369	-1,9
Alimentos e bebidas	-129	-0,3	26.748	1,4
Calçados	-1.036	-1,8	-3.713	-1,4
Têxtil e do vestuário	-2.493	-4,4	-10.281	-1,3
<b>CONSTRUÇÃO CIVIL</b>	<b>-3.805</b>	<b>-5,7</b>	<b>71.115</b>	<b>3,6</b>
<b>EXTRATIVA MINERAL</b>	<b>84</b>	<b>2,9</b>	<b>5.005</b>	<b>2,6</b>

Fonte: Informativo da Federação das Indústrias do Estado do Ceará (FIEC), abril de 2020

Na dimensão social da sustentabilidade, a análise da variação da geração de emprego nos mais diversos setores econômicos, demonstra um panorama do impacto no consumo e oferta de bens, assim como no bem-estar da sociedade.

Como demonstrado na Tabela 12, no setor de indústria de transformação, houve aumento no número de empregos formais gerados no Brasil no ano de 2019 (18.341), enquanto no estado do Ceará houve redução (-1.282).

Especificamente sobre a indústria têxtil, houve uma redução de 10.281 empregos no Brasil, em comparação ao ano de 2018, deste total o Ceará contribuiu com 2.493, ou seja, 25% do total. Estes indicadores afetam a capacidade de consumo da população e demonstram que as indústrias têxteis necessitam da adoção de políticas que consigam captar e empregar as pessoas. Desta maneira, conhecer as iniciativas e ações de outros países e de organizações nacionais, que tem por foco a inserção do setor industrial em uma EC, é importante na definição de metas e cenários.

### 4.2.3 Estratégias adotadas para a inserção de setores industriais em cenários de Economia Circular

Tendo em vista a preocupação em tornar os modelos de negócios mais circulares, algumas organizações estão realizando estudos e emitindo relatórios técnicos que contêm projeções e cenários, principalmente, no que se refere ao setor industrial, em um contexto de EC. Os dados apontam quais ações e políticas sustentáveis devem ser tomadas por cada ator envolvido, seja governo, setor industrial e sociedade, de modo que alcance o objetivo de uma Economia Circular.

A Fundação Ellen MacArthur, no ano de 2017, lançou o relatório denominado: “*A New textiles economy: redesigning fashion’s future*”, o qual descreve uma visão para um bom funcionamento do sistema industrial, fornecendo benefícios a longo prazo. Este documento elenca alguns pontos negativos que justificam o planejamento e execução de ações sustentáveis com a maior brevidade possível:

- 1) A maneira como as roupas são projetadas, produzidas e usadas tem desvantagens no que se refere ao não reaproveitamento;
- 2) O sistema têxtil opera de maneira, quase completamente, linear, ou seja, com a utilização de grandes quantidades de energia não renovável;
- 3) Recursos extraídos para produzir roupas, que são frequentemente usadas por apenas um curto período, após o qual os materiais são enviados principalmente para aterros sanitários ou incinerados;
- 4) Mais de US\$ 500 bilhões são perdidos, todos os anos, devido à subutilização das roupas e à falta de reciclagem;
- 5) O modelo tem inúmeros impactos ambientais e sociais negativos, tais como as emissões totais de gases de efeito estufa da produção têxtil, substâncias perigosas afetam a saúde dos trabalhadores têxteis e, quando lavadas, algumas roupas liberam microfibras plásticas, das quais cerca de meio milhão de toneladas por ano contribuem para a poluição dos oceanos.

Dentre os elementos necessários para a inserção da indústria têxtil em um cenário de EC, a *Ellen MacArthur Foundation* (2017) destaca: ênfase em inovação, atividades focadas na sustentabilidade, estabelecimento de compromissos conjuntos entre os principais atores do setor e outras partes interessadas, a elaboração e coordenação de projetos que redesenhem a cadeia de valor e a tornem mais eficiente.

Os quatro princípios para mudar a produção linear para circular são: eliminar gradualmente as substâncias tóxicas; transformar a maneira como as roupas são projetadas, vendidas e usadas; melhorar radicalmente a reciclagem, a transformação de *design* de roupas, coleção e reprocessamento; e o uso efetivo dos recursos renováveis (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017).

No Brasil, destacam-se os relatórios da Confederação Nacional da Indústria (CNI) e da Associação Brasileira da Indústria Têxtil (ABIT). No ano de 2018, a ABIT lançou o relatório intitulado: “*O Poder da Moda: Cenários, Desafios e Perspectivas*”, apresentando o perfil da indústria têxtil mundial e brasileira; as relações internas e externas da produção têxtil brasileira e as projeções de cenários para os próximos anos. As principais ações presentes na agenda são: fortalecimento da confecção por meio da qualificação de pessoal e o investimento em inovação; implementação de políticas de gestão tributária e de financiamento; defesa da ampliação das relações comerciais e aumento da produtividade e competitividade com ações sustentáveis.

No ano de 2018, a CNI elaborou o relatório chamado de: “Economia Circular: oportunidade e desafios para a indústria brasileira”. Inicialmente, havia uma contextualização sobre EC e exemplos de modelos de negócios circulares. O relatório apontava que entre os tipos de modelos de negócio que apresentam elementos da EC, destacam-se:

- produto como serviço;
- compartilhamento;
- insumos circulares;
- recuperação de recursos;
- extensão da vida do produto; e
- virtualização.

Dentre os setores que podem explorar os novos modelos de negócios circulares, o estudo da CNI (2018) destaca: o setor eletroeletrônico, com a recuperação dos materiais e novos serviços; a construção civil, com a redução da quantidade de resíduos gerados; o têxtil, com novos materiais e cadeias circulares de valor; e o plástico, com grandes oportunidades de redução e recuperação, além de novos materiais.

Andrade, Cosenza e Santos (2018), apontam como principais barreiras e desafios na implementação da Economia Circular no Brasil, no que se refere à produção e consumo, as seguintes:

1) insuficiente separação do resíduo na fonte, havendo muitas vezes misturas dos resíduos;

2) pouca aceitação dos produtos reciclados por consumidores e empresas, havendo algum grau de desconfiança sobre a qualidade dos produtos;

3) falta de investimentos e incentivos políticos, necessidade de investimento em tecnologias, políticas públicas e na gestão tributária e;

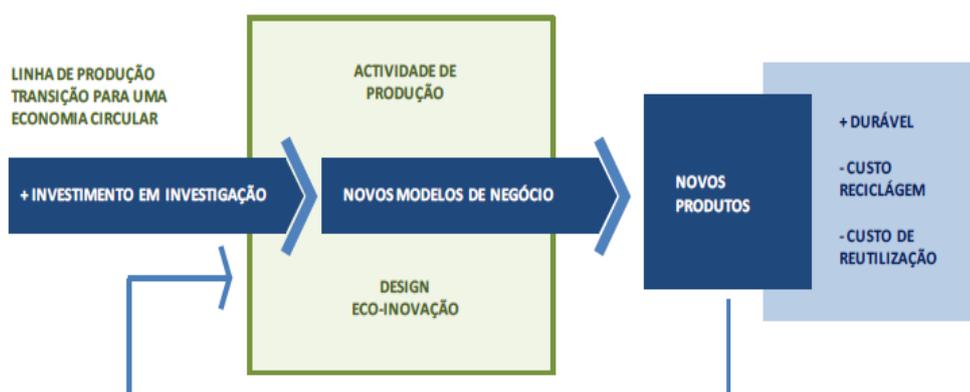
4) dispersão geográfica de empresas do mesmo ciclo, podendo aumentar o custo dos materiais e a atratividade do negócio, afetando diretamente o desenvolvimento regional.

Outros países também apresentam relatórios contendo o planejamento de ações e políticas públicas com ênfase na EC. Em Portugal, no ano de 2018, a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo (CCDRLVT) publicou o relatório intitulado: “*Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo: Estudos para uma região RICA (Resiliente, Inteligente, Circular e Atrativa)*”.

O estudo apresenta exemplos bem-sucedidos de empresas que implantaram ações voltadas a EC e aponta que a transição para um modelo circular implica desafios na área de pesquisa e desenvolvimento, do *design*, da eco-inovação, nos processos produtivos e modos de consumo.

A Figura 28 demonstra a estratégia adotada pela CCDRLVT para a transição de uma economia linear para uma EC, evidenciando que investimentos em *design* e eco-inovação geram produtos mais duráveis, com menor custo de reciclagem e de reutilização. Dentre os novos modelos de negócios contidos no documento, apresenta-se: vender serviços em vez de produtos, produtor-consumidor e maior durabilidade do produto.

**Figura 28** – Estratégia incremental da inovação para a transição



**Fonte:** CCDRLVT, 2018

No ano de 2019 a Comissão Europeia elaborou o “*Report from the Commission to the European Parliament, The Council, The European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions on the implementation of the Circular Economy Action Plan.*” O relatório apresentou indicadores relativos ao plano de ação implementado em 2015, os quais mostram que a transição para a Economia Circular ajudou a colocar a União Europeia (UE) de volta no caminho da criação de empregos. No que se refere à indústria têxtil, as ações estão voltadas a melhoria no *design* para reutilização e reciclagem de embalagens de alta qualidade.

No ano de 2016, o governo alemão publicou o relatório: “*German Resource Efficiency Programme II: Programme for the sustainable use and conservation of natural resources*”, o qual propôs ações para o período de 2016 a 2019 em diferentes áreas, tais como: proteção sustentável da cadeia de suprimento de matéria-prima; aumento da eficiência dos recursos na produção; desenvolvimento de recurso eficiente para EC; produção e consumo mais eficientes em termos de recursos; eficiência de recursos em informação e tecnologia da comunicação, dentre outras.

De acordo com Luz (2017), a Holanda é um país que está no Top 10 do Índice Global de Inovação e várias companhias holandesas (DSM, Unilever e Philips, por exemplo) lideram seus setores no Índice Dow Jones de Sustentabilidade. Em 2016, o governo holandês aprovou um programa de governo para a EC denominado: “*National Agreement on the Circular Economy*”, o qual objetivou implementar uma agenda de ações voltadas para que a economia esteja totalmente circular até 2050. As cinco áreas prioritárias selecionadas para iniciar a transição para a EC foram: 1. Biomassa e alimentação; 2. Plásticos; 3. Indústria manufatureira; 4. Setor de construção; e 5. Bens de consumo (LUZ, 2017).

### 4.3 MÉTODO

Inicialmente a pesquisa se caracteriza como descritiva, uma vez que apresenta informações relativas à caracterização do setor industrial têxtil brasileiro e cearense, identificando os indicadores de produção física, participação na balança comercial e os dados da quantidade de indústrias e total de pessoas empregadas. São caracterizados como descritivos os estudos que desejam descrever as características de um fenômeno (RICHARDSON, 2009).

Buscou-se, inicialmente, na base de dados *Scopus*, os artigos que tinham por tema a Economia Circular aplicada à indústria têxtil, utilizando como palavras-chave: “*Circular Economy*” e “*textil\**”, delimitando apenas em artigos em todos os idiomas, publicados até o ano de 2020. A busca foi realizada no mês de setembro de 2020 e retornou 99 artigos, os quais foram lidos os títulos e resumos para verificar se as palavras “*Circular Economy*” e “*textil\**” apareciam em conjunto. Deste quantitativo, restaram 63 artigos. O objetivo foi o de identificar os estudos que conduziram pesquisas empíricas realizadas em indústrias têxteis e quais eram suas finalidades.

Para Yin (2001), os estudos multicaso são mais convincentes e robustos. Decidiu-se pela utilização do estudo multicaso por seguir a lógica da replicação, diferentemente da amostragem, ou seja, não permite generalização dos resultados para toda a população, mas, sim, a possibilidade de previsão de resultados similares (replicação literal) ou a de produzir resultados contrários por razões previsíveis (replicação teórica) (YIN, 2001).

São cadastradas no Sindicato das indústrias têxteis do Ceará 20 indústrias, as quais estão situadas na região metropolitana de Fortaleza. Como instrumento de pesquisa, foi realizada a entrevista, a qual corresponde a uma técnica importante que permite desenvolver uma estreita relação entre as pessoas (RICHARDSON, 2009)

Foram realizadas 2 entrevistas semiestruturadas com gestores dessas indústrias, visando identificar a percepção deles quanto à inserção em uma EC. A entrevista semiestruturada, conforme Minayo (2010), combina perguntas fechadas e abertas e o entrevistado tem liberdade para se posicionar favorável ou não sobre o tema, sem se prender à pergunta formulada.

Foram estabelecidas 6 questões norteadoras para as entrevistas, as quais se encontram no apêndice dessa tese. As questões estão fundamentadas no referencial teórico sobre EC, apresentado ao longo dos artigos 1 e 2. As entrevistas foram realizadas nos meses de agosto e setembro de 2020 e ocorreram de forma remota e outra por telefone.

Após as entrevistas, as informações foram analisadas utilizando-se a técnica de análise de conteúdo, a qual corresponde a um conjunto de técnicas de análise das comunicações que visa obter indicadores que permitem inferir conhecimentos relativos às mensagens (BARDIN, 1979).

Utilizaram-se a Matriz de Insumo Produto e a Tabela de Recursos e Usos do Estado do Ceará para o cálculo da participação do setor têxtil frente a cada setor. Com as Tabelas de Recursos e Usos e as Matrizes de Insumo Produto, é possível analisar, detalhadamente, a

estrutura de produção do Ceará e como as atividades econômicas se relacionam dentro dessa economia, bem como os impactos que são gerados na demanda final (IPECE, 2017)

#### 4.4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Dentre os 63 artigos identificados, os quais continham no resumo as palavras-chave: “*Circular Economy*” e “*textil*”, observou-se que os mesmos tratavam de temas como inovação na indústria têxtil, visando a redução da emissão de resíduos; estudos empíricos em países europeus, no intuito de propor ações que auxiliem as indústrias na transição para a EC; implementação dos princípios da Economia Circular nos processos industriais têxteis e a identificação de como os resíduos têxteis podem ser reaproveitados como matéria-prima de outros setores produtivos.

Para a realização das entrevistas semiestruturadas com os gestores das indústrias têxteis cearenses, filiadas ao Sinditêxtil-CE, foram elaboradas questões norteadoras, facilitando a organização do que se buscou investigar. No mês de agosto de 2020 foram feitas ligações e enviados *e-mails* para as 20 indústrias filiadas ao Sinditêxtil-CE. Desse total tivemos o retorno de 2 empresas. As entrevistas ocorreram uma via *google meet* e a outra por telefone.

O Quadro 5 apresenta um resumo das informações obtidas de maneira categorizada, de modo a compreender as estratégias adotadas pelas indústrias têxteis com foco na EC. Foram elaboradas 6 questões norteadoras da entrevista semiestruturada, as quais constam no apêndice.

**Quadro 5-** Respostas sumarizadas das entrevistas com gestores das indústrias têxteis cearenses

Categorias	Respostas	
	Empresa 1	Empresa 2
Descrição da classificação nacional de atividades econômicas	Preparação e fiação de fibras de algodão.	Fabricação de tecidos de malha.
Tempo de atuação no mercado	40 anos	60 anos, sendo 27 deles no polo atual.
Descrição das principais etapas do processo industrial	Transformação mecânica da fibra e fio e venda para malharia.	Transformação do fio em malharia e tecidos planos. As etapas, sucessivas, do processo são: recebimento do fio, tecelagem, preparação, abridor, estamparia ou tingimento, vaporização, processo de rama, revisão do controle de qualidade, acabamento, embalagem e envio para o estoque de produtos acabados.

Categorias	Respostas	
	Empresa 1	Empresa 2
Principais matérias-primas utilizadas	Algodão e Poliéster	Fio (99%) e tecido plano cru (1%)
Origem das matérias-primas	Algodão – Mato Grosso Poliéster – Ásia	Fio – importado da China, Indonésia e Índia Tecido plano cru – São Paulo
Destino do produto acabado	99,6% para o mercado interno, com destaque para os Estados de Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro,	Mercado interno: regiões Nordeste, Sudeste e Sul, com predominância dos Estados do Ceará e Pernambuco. Venda para grandes lojas de moda feminina, C & A, Marisa e Renner.
Compreensão do gestor sobre Economia Circular	Não conhecia o termo, mas relacionou com reciclagem e reaproveitamento de resíduos.	Associou o conceito a ações de sustentabilidade, reaproveitamento e aumento da vida útil do material.
Estratégias adotadas quanto à reciclagem, reúso ou reaproveitamento dos resíduos	Os resíduos são reaproveitados na cadeia produtiva. Aqueles que não são reaproveitados são vendidos para outras indústrias têxteis para a fabricação de tapetes e redes. A empresa não realizou capacitação.	Metodologia de reaproveitamento de materiais na própria indústria; Coleta seletiva implantada na fábrica; Treinamentos em relação a coleta seletiva; Reutilização de embalagens plásticas.
Existência de legislação ambiental relativa ao setor têxtil.	A indústria só pode vender os resíduos para empresas que seguem a legislação ambiental, tais como descarte controlado e protocolos de licenças ambientais	Obediência a legislação da Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Ceará (SEMACE) e o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA); Programas na indústria têxtil de produtos químicos menos impactantes; Avaliação de efluentes Indústria avaliada pela gestão de resíduos.
Importância da Sociedade, Governo e Funcionários no alcance da Economia Circular	Empresa orienta e conscientiza os funcionários quanto ao desperdício; Para o gestor, a geração de desperdícios é preocupação de todas as empresas e funcionários, demonstrando a necessidade da preservação dos empregos. A EC pode ser alcançada pela pressão da sociedade em não adquirir produtos importados, provenientes de trabalho escravo. Foram citadas a postura consumista que influencia as empresas e estas praticam, de uma forma geral, a EC, pois é questão de sobrevivência. O Governo deve se preocupar com saúde e educação, e não influenciar com políticas públicas que impactem as indústrias.	O Governo não possui políticas para a EC, não havendo a devida fiscalização junto às empresas; O Governo não possui um plano de gestão de resíduos; Parcerias com fornecedores que incentivem ações sustentáveis;
Principais barreiras e perspectivas na adoção da Economia Circular	As indústrias precisam medir os resíduos e desperdício, e as pessoas devem mudar a consciência e as indústrias devem ser parceiras quanto à utilização de recursos.	A EC é uma tendência, pois muitas empresas que não adotarem poderão perder mercado. Adoção da coleta de roupas usadas; Elaboração do <i>design</i> do produto, de modo a produzi-lo com menor impacto ambiental; A tecnologia é fundamental no alcance da Economia Circular.

Fonte: Elaborado pelos autores (2020)

Conforme apresentado no Quadro 5, os gestores entrevistados não possuíam conhecimento sobre o conceito de EC, no entanto já adotam ações sustentáveis que são incorporadas pelo conceito, tais como reutilização e reaproveitamento, corroborando com Cobo, Dominguez-Ramos e Irabien (2017), que afirmam que a Economia Circular é um sistema integrado de gestão de resíduos e deve abranger os subsistemas que conectam a transformação de matérias-primas em resíduos com o subsistema de tratamento de resíduos.

As indústrias analisadas já estão há mais de 40 anos no mercado e observa-se que a matéria-prima empregada em ambas são provenientes de Estados nacionais como de outros países. Já o destino do produto acabado, também em ambas, é o mercado interno.

No que se refere à importância dos atores que fazem parte da Economia Circular (Governo, Sociedade e Indústrias), os gestores apontam que o Governo não possui políticas com foco na EC, no entanto, a sociedade é fundamental quando não consome produtos importados provenientes de trabalho escravo e as indústrias devem fazer seu papel quanto à redução de resíduos e à destinação correta dos mesmos, corroborando com Saavedra et al. (2018), em que afirma que a EC representa uma opção viável para países, governos, universidades e sociedades na transformação de materiais lineares em fluxos circulares.

Quanto às barreiras e perspectivas para a adoção da EC nas indústrias têxteis, os gestores elencam a tecnologia e as mudanças em políticas adotadas pelas indústrias, tais como a coleta de roupa usada, assim como a relevância de medir os resíduos para que se consiga estabelecer metas de redução.

As barreiras e perspectivas apontadas corroboram com Andrade, Cosenza e Santos (2018), quanto à insuficiente separação do resíduo na fonte; pouca aceitação dos produtos reciclados por consumidores e empresas e a falta de investimentos e incentivos políticos, necessidade de investimento em tecnologias, políticas públicas e na gestão tributária.

O IPECE disponibiliza as Tabelas de Recursos e Usos (TRUR/CE) e a Matriz Insumo-Produto (MIPR/CE) elaboradas para economia cearense, as quais detalham os diferentes níveis de atividades e produtos. As informações são do ano de 2017, no entanto os dados são de 2013 (ano mais recente em que os dados foram coletados).

Quanto às relações do setor têxtil com os demais setores econômicos, baseada na tabela de insumo-produto do estado do Ceará, a Tabela 13 apresenta as atividades que possuem maior relação com o setor têxtil.

Table 13 - Relações entre setor têxtil e demais setores econômicos do Ceará

Código da atividade	Atividades	0303 Fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro	0315 Outras atividades industriais	0801 Serviços de alojamento	1001 Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	1501 Artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços
0303	0	0,06	0	0,01	0	0,01

Fonte: adaptado da tabela de insumo produto do Ceará, IPECE, 2020

Os coeficientes apresentados no Quadro Error: Reference source not found são resultados de cálculos que investigam as relações entre setores econômicos. Quanto maior o coeficiente, maior é o nível de relação entre os setores. Com base nas informações do Quadro Error: Reference source not found, verifica-se que o setor têxtil cearense possui relação, em maior grau, com as atividades de fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro (0,0560).

A maior relação da indústria têxtil com a atividade de fabricação de produtos têxteis ocorre devido à diversidade da cadeia produtiva e pelo reaproveitamento do resíduo de uma etapa em etapas ou processos seguintes. Por exemplo: o algodão é utilizado para fabricar o tecido, o qual é transformado, por outra indústria têxtil, em uma camisa.

Destacam-se também as relações do setor têxtil com outros setores industriais, serviços de alojamento (0,0063), arte e cultura (0,0069), outras atividades industriais (0,0047) e atividades financeiras (0,0031). Ao analisar as relações expostas no Quadro Error: Reference source not found, verifica-se que o tecido pode ser destinado aos serviços de alojamento, que contempla hotéis, pousadas, dentre outros.

A evidenciação das relações do setor têxtil demonstra o caminho percorrido entre a produção de um bem até o seu uso. Desta maneira é possível identificar o possível destino final e, conseqüentemente, o descarte ou o retorno do produto com foco na Economia Circular.

No Estado do Ceará, no ano de 2019, o Banco do Nordeste ofereceu, através do edital Fundeci 01/2019, apoio financeiro, na ordem de R\$ 5 milhões, não reembolsável para micro e pequenas empresas que desejassem desenvolver projetos em várias áreas contempladas, entre elas a EC. Um projeto do Governo do Estado, que tem por objetivo a elaboração do Plano Estratégico de Desenvolvimento de Longo Prazo do Estado do Ceará, com análise externa e construção de cenários, chama-se Ceará 2050.

O projeto Ceará 2050 contempla perspectivas que impactam nas seguintes áreas: institucional, ambiental, econômica, social e territorial. Dentre as potencialidades apontadas pelo estudo, destaca-se a de que há espaço para o Brasil se tornar referência na Economia circular.

A Tabela 14 apresenta os valores relativos ao consumo e exportação de produtos para fabricação de têxteis. Para fins de cruzamento dos dados, considerou-se apenas a atividade econômica 0303 (Fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro).

**Tabela 14-** Relações entre produtos demandados na atividade de fabricação de têxteis

Descrição dos produtos	Atividade 0303 – Fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro (em R\$ 1.000.000)				
	Oferta total a preços básicos	Consumo intermediário das atividades	Exportação de bens e serviços resto para mundo	Exportação de bens e serviços para as demais unidades da federação	Consumo das famílias
Algodão herbáceo/outras fibras lav. Temp.	351	293	-	2	0
Produtos têxteis	5 280	2.388	128	1.480	1.220
Artigos do vestuário e acessórios	6 421	211	9	2.963	3.100
Calçados e artefatos de couro	7 974	772	1.126	5.071	1.014
Produtos de madeira, exceto móveis, de celulose, papel e produtos de papel	2 338	167	1	450	564
Produtos químicos	8 450	911	39	1.651	2.226
Artigos de borracha e plástico	3 122	179	1	243	394
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	9 462	214	-	384	3.333
Comércio	870	219	-	-	-
Transporte terrestre de carga	2 095	198	-	-	33
Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	9 345	211	-	-	5.043
Serviços profissionais, científicos, técnicos, administrativos e complementares	10 722	241	-	-	1.193
<b>TOTAL</b>	<b>66.430</b>	<b>6.004</b>	<b>1.303</b>	<b>12.244</b>	<b>18.120</b>

**Fonte:** Elaboração própria, com base em dados da Tabela de Recursos e Usos do Ceará (32x58), IPECE, 2020

De acordo com a Tabela 14, nota-se que as atividades econômicas que mais se relacionam com a atividade econômica: “fabricação de produtos têxteis” no Estado do Ceará, são elas: Serviços profissionais, científicos, técnicos, administrativos e complementares (R\$ 10.722.000,00), Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação (R\$ 9.462.000,00) e Intermediação financeira, seguros e previdência complementar (R\$ 9.345.000,00).

Os valores constantes na Tabela 14 estão distribuídos entre o consumo das atividades, consumo das famílias e os valores exportados para outros países e unidades da federação, ou seja, a fabricação têxtil consumiu nas suas atividades o valor de R\$ 10.722.000,00 relativos aos serviços profissionais, científicos e administrativos, os quais contemplam serviços de locação e *leasing* operacional de meios de transporte, máquinas e equipamentos, aluguel de objetos pessoais e domésticos, gestão de ativos intangíveis não-financeiros, vigilância, limpeza de prédios e domicílios e atividades paisagísticas.

Destaca-se que o maior consumo das famílias diz respeito à Intermediação financeira, seguros e previdência complementar (R\$ 5.043.000,00), Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação (R\$ 3.333.000,00). As atividades econômicas de calçados e artefatos de couro (R\$ 5.071.000,00) e artigos do vestuário e acessórios (R\$ 2.963.000,00) são os mais exportados para outras unidades da federação, sendo os calçados e artefatos de couro (R\$ 1.126.000,00) o mais exportado para outros países.

Para Majumdar et al. (2020), o uso de fibras recicladas no vestuário está sendo visto como uma das principais formas de se alcançar a sustentabilidade e a EC na indústria têxtil. Considerando os dados da Tabela 14, é possível verificar as principais atividades utilizadas na fabricação de têxteis no estado do Ceará, tendo em vista apenas a atividade econômica 0303.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo objetivou analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos no contexto de uma EC. Dessa maneira, utilizou-se de estudo multicaso e da tabela de Recursos e Usos e da Matriz de Insumo Produto do Estado do Ceará para atingir o que foi proposto.

Foi possível verificar que a indústria têxtil cearense se relaciona, em maior grau, com o setor de fabricação de produtos têxteis, artigos do vestuário e acessórios, calçados e artefatos de couro. Dessa maneira os resíduos da indústria têxtil poderão ser reutilizados para fabricação de outros produtos inseridos na própria cadeia produtiva, como carpetes, tapetes e redes.

Ao conhecer as relações existentes entre os setores econômicos, é possível elaborar uma agenda que tenha por objetivo a implantação de ações sustentáveis que visem a EC.

Essas ações devem ser planejadas, implementadas e avaliadas considerando os atores governo, sociedade e indústria.

No que se refere à oferta de insumos ou produtos destinados à indústria têxtil, é possível verificar as relações com outros setores têxteis e a utilização de outras atividades no consumo interno, ou seja, necessários para a confecção de novos produtos, tais como os produtos têxteis, produtos químicos, eletricidade e serviços de transporte.

Os gestores das indústrias têxteis analisadas informam que dentre as estratégias adotadas, visando a inserção em uma EC, estão o reaproveitamento de materiais na própria indústria, a coleta seletiva, reutilização de embalagens plásticas e treinamentos de pessoal;

O mapeamento do percurso de onde vem os insumos, como são fabricados os produtos e para onde são destinados, auxilia no planejamento de políticas direcionadas, assim como de ações que visem tornar os negócios circulares.

Como contribuição, o estudo apresenta um diagnóstico das relações entre a indústria têxtil do Estado do Ceará e outros setores, de modo a possibilitar a elaboração de ações sustentáveis que fomentem a redução dos impactos ambientais, além do auxílio na elaboração de projetos que estimulem as relações entre setores industriais.

Sugere-se que, para novos estudos, seja ampliado o escopo da investigação, assim como a utilização de outros métodos e o acréscimo de outras variáveis que afetam a implantação de uma Economia Circular.

## 5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A elaboração desta tese ocorreu no formato de artigos, no entanto, para que houvesse um delineamento e sistematização adequados, facilitando a compreensão do foco central da pesquisa, eles foram apresentados em uma ordem que atendesse tanto ao objetivo geral como aos objetivos específicos. Os resultados extraídos de cada artigo se interligam para responder a seguinte questão problema: **como a indústria têxtil cearense se insere em um contexto de Economia Circular?**

Uma vez que o objetivo geral da pesquisa foi analisar as perspectivas da indústria têxtil do estado do Ceará em um cenário de EC, foi necessário, inicialmente, que se compreendessem as abordagens e conceitos que seriam utilizados para fundamentar e embasar as discussões apresentadas.

Para cada objetivo específico, foi elaborado um artigo que, de maneira integrada, constituem um documento abrangente e que apresenta e sugere, ao término, proposições de ações e políticas que podem ser realizadas com foco na EC.

O primeiro objetivo foi compreender como os conceitos de Ecologia Industrial, *Cradle to Cradle* e Economia Circular se relacionam; para isto elaborou-se um ensaio teórico, apresentado no artigo 1, de modo a realizar um levantamento da bibliografia e, ao mesmo tempo, analisar-se as principais semelhanças e diferenças entre as abordagens pesquisadas. A escolha das três abordagens ocorreu devido ao foco da pesquisa, a qual contempla os sistemas industriais e as relações de sustentabilidade em um contexto de EC.

Após a pesquisa apresentada no artigo 1, conclui-se que há relação direta entre os conceitos de Ecologia Industrial, Economia Circular e *Cradle to Cradle*. Os estudos, que analisam tanto aspectos práticos como teóricos voltados a EC, descrevem, de modo cronológico, o surgimento da abordagem da Ecologia Industrial e a evolução de conceitos até a compreensão do que se entende por Economia Circular.

As principais semelhanças entre as abordagens apresentadas referem-se ao *Design* e processos de fabricação de produtos, à visão de circuitos fechados, à redução de impactos ambientais e aos modelos de ecossistemas biológicos. Já no que tange às diferenças verifica-se que a Ecologia Industrial é considerada um arcabouço “guarda-chuva”, ou seja, o conceito inicial do qual deriva os demais; o *Cradle to Cradle* acrescenta o fator “Ecoeficácia”, ou seja, obtenção de resultados com estratégias sustentáveis e, por fim, na EC busca-se o equilíbrio

entre o desenvolvimento econômico e a minimização de impactos ambientais, por meio de estratégias como o reúso, a reciclagem e a redução.

Após a compreensão da fundamentação teórica encontrada no artigo 1, o segundo objetivo específico foi analisar quais informações são obtidas a partir da aplicação do modelo *Input-Output* na análise da relação de setores econômicos, com foco principal nas relações da indústria de transformação e/ou indústria têxtil com os demais setores econômicos.

O artigo 2 apresenta estudos que aplicaram o Modelo *Input-Output* e, como resultado, foi possível verificar as relações existentes entre os diferentes setores econômicos, com foco na indústria de transformação e/ou têxtil, tanto no Brasil como no Estado do Ceará.

O terceiro artigo objetivou analisar como a indústria têxtil cearense se relaciona com os demais setores econômicos, no contexto de uma EC. Por meio de entrevistas semiestruturadas e da análise da Tabela de Recursos e Usos e da Matriz Insumo Produto do Estado do Ceará foi possível verificar que algumas ações sustentáveis são realizadas, tais como a reciclagem, reaproveitamento de materiais, coleta seletiva e estratégias de adoção de coleta de roupas usadas.

Os gestores, mesmo sem conhecerem a abordagem da EC, julgam importante e necessária a adoção de ações efetivas que reduzam o impacto ambiental, mantenham a qualidade do produto e desenvolvam economicamente as indústrias envolvidas no processo de circularidade dos produtos.

O mapeamento do caminho percorrido pelos produtos advindos da indústria têxtil cearense e as relações entre setores econômicos, permite conhecer e propor estratégias que tornem os produtos e negócios mais circulares, evitando assim o desperdício e o impacto ao meio ambiente, permitindo uma transição para a EC. Como exemplo, podem ser formuladas políticas públicas que possibilitem facilitar o acesso das empresas e indústrias que interagem entre si.

Observa-se a possibilidade de implementar políticas voltadas a sustentabilidade, no que tange à área social, havendo a preocupação com a geração de emprego e renda e o empoderamento de pessoas que atuam na área têxtil. A partir do momento em que as indústrias e outras empresas e pessoas conseguem se inserir na cadeia têxtil de reaproveitamento e reutilização de materiais, aumenta-se a renda e o emprego.

Os resultados obtidos pela pesquisa contribuem no auxílio ao planejamento de ações sustentáveis, considerando as dimensões econômica, social, política e ambiental, não apenas destinadas às indústrias têxteis cearenses, mas à sociedade e aos entes governamentais. O despertar para o tema EC e a viabilidade de elaboração de projetos que envolvam setores

capazes de transformar os resíduos têxteis em produtos de qualidade é um exemplo de produtos que podem ser explorados posteriormente.

Nota-se um aumento nas pesquisas que tratam sobre a Economia Circular e, uma vez realizado o diagnóstico das relações existentes entre os setores econômicos e os impactos causados por estas, é possível agir efetivamente e de maneira direta na construção de cenários que envolvam atores governamentais, indústrias e a sociedade.

Uma vez que a indústria têxtil gera resíduos no seu processo produtivo, à medida que há uma integração entre setores produtivos, de modo que o resíduo emitido por uma determinada indústria possa ser utilizada por outra, além de políticas públicas e ordenamentos jurídicos que incentivem a participação da sociedade na execução e fiscalização de ações sustentáveis; é possível tornar realidade a inserção deste setor em uma EC.

A Economia Circular ocorre a partir do momento em que bens e serviços se inserem em uma cadeia de retroalimentação, a qual envolve atores como as indústrias, governo e sociedade, proporcionando desenvolvimento regional e/ou nacional sustentável e a execução de ações sustentáveis desenvolvidas por meio de redes de colaboração.

No que se refere à indústria têxtil, respondendo à questão problema da pesquisa, é possível verificar que este setor se relaciona com outros setores econômicos, no que tange à venda e consumo de produtos, e que, para que haja circularidade, os resíduos emitidos em parte da cadeia produtiva devem ser destinados à composição em outro(s) processo(s), tornando os negócios circulares.

No nível micro, os desperdícios e perdas devem ser reduzidos para que o processo de produção se torne eficiente, eficaz e efetivo, ao mesmo tempo que, ao nível macro, faz-se necessário medir os impactos causados pelos produtos adquiridos e consumidos em outros estados e/ou países.

Em decorrência dos resultados obtidos, elaborou-se uma proposição de ações, por meio de uma agenda, para governo, indústrias e sociedade, considerando as relações com a indústria têxtil cearense. Estas proposições constam no Quadro 6, a seguir:

Quadro 6 - Proposta de ações para a inserção da indústria têxtil cearense em uma Economia Circular.

ATORES	AÇÕES PROPOSTAS
INDÚSTRIA TÊXTEL	Criação de uma rede composta por indústrias que forneçam o insumo e adquiram o produto, de modo a reduzir os custos de comercialização e transporte;
	Desenvolvimento de tecnologia e inovação com foco no produto, de modo a torná-lo mais durável, sem que haja perda da qualidade;
	Envolvimento e conscientização das pessoas que participem do processo de produção e consumo sustentáveis, por meio de cursos, palestras e momentos de discussão, tanto

ATORES	AÇÕES PROPOSTAS
	<p>para os funcionários das indústrias quanto os consumidores dos produtos, de modo a ampliar a etapa de uso do produto e melhorar e evitar o desperdício;</p> <p>Diversificação dos materiais utilizados na produção, de modo a reduzir os impactos ambientais e colocar no mercado alternativas de produtos, tais como a utilização do poliéster, linho, elastano.</p> <p>Colaboração entre as indústrias têxteis que atuam em diferentes ramos da cadeia produtiva (por exemplo: fabricação de malhas, tecelagem) de modo que haja a circularidade de materiais visando o desenvolvimento regional;</p> <p>Desenvolvimento de uma cadeia produtiva de suprimentos circulares, observando as etapas e processos específicos da indústria têxtil;</p> <p>Implantação de projetos, em parceria com fornecedores e clientes, que tenham por finalidade a reciclagem, o reúso e a reutilização de materiais envolvidos na cadeia produtiva têxtil;</p> <p>Estímulo aos clientes para a devolução de roupas em bom estado de conservação para destinação a abrigos ou locais de pessoas que necessitem, mediante descontos na compra de peças novas do vestuário.</p>
GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ	<p>Elaboração de políticas de redução de impostos e contribuições que se inserem no valor dos produtos têxteis, de modo a estimular tanto a produção como a destinação dos mesmos;</p> <p>Concessão de subsídios e incentivos às indústrias têxteis cearenses que implantem e desenvolvam programas de EC;</p> <p>Criação de legislação voltada ao incentivo da adoção da EC, aplicável aos municípios cearenses, informando objetivos, metas e formas de avaliação da política adotada;</p> <p>-Conceder redução da tributação na folha de pagamento de funcionários das indústrias, de modo a incentivar a contratação de pessoal;</p> <p>Incentivar a formalização de organizações que atuam na informalidade na confecção de produtos têxteis.</p> <p>Inserir a indústria têxtil no planejamento de ações destinadas ao projeto Ceará 2050;</p> <p>Mapeamento e dimensionamento dos ramos de atividades do Estado do Ceará que poderão compor uma rede interligada direcionada a transição à EC no Estado.</p>
SOCIEDADE	<p>Estímulo ao não descarte dos bens têxteis após o uso, devolvendo à indústria para inserção na fabricação de novos bens;</p> <p>Organização da comunidade em grupos de bairros ou associações responsáveis pela fiscalização e conscientização da população em torno dos princípios da EC;</p> <p>Criação de mecanismos de trocas de peças do vestuário em feiras regionais ou locais, ou por meio de aplicativos;</p> <p>Elaboração de documento contendo os impactos positivos e negativos causados pelas indústrias têxteis, tanto ambiental como econômico e social, de modo possibilidade o desenvolvimento de estratégias de fomento a minimização dos impactos apontados.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores, 2020

Destacam-se, como limitações desta pesquisa, a dificuldade quanto à obtenção dos dados relativos à participação da indústria têxtil na economia estadual e nacional, e a

impossibilidade de entrevistar os gestores de todas as indústrias têxteis cadastradas no SINDITÊXTIL-CE.

Sugere-se, para novos estudos, a análise de indicadores de circularidade relativos aos setores econômicos do Estado do Ceará, bem como a utilização de ferramentas de análise, tais como a Avaliação do Ciclo de Vida Social e o *Material Flow Analysis* (MFA), para avaliar os impactos causados pelo setor industrial no que se refere à sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- ABIT. (2015). O Poder da moda: Cenários, Desafios e Perspectivas. Agenda de Competitividade da Indústria Têxtil e de Confecção Brasileira 2015 a 2018. *Associação Brasileira Da Indústria Têxtil e de Confecção*, 52.
- ALIGLERI, L., ALIGLERI, A., KRUGLIANSKAS, I. Gestão Industrial e Produção Sustentável. São Paulo: Saraiva, 2016.
- ANDRADE, E. M., COSENZA, J. P. & SANTOS G. M. A. (2018), “Contribuições e barreiras à implementação da economia circular: o caso das iniciativas brasileiras para a inovação e a sustentabilidade”. Anais: 25th APDR Congress. Lisboa, Portugal. pp. 143-151.
- ANDERSEN, M. S. An introductory note on the environmental economics of the circular economy. *Sustainability Science*, v. 2, n. 1, p. 133–140, 28 mar. 2007. Disponível em: <<https://doi-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11625-006-0013-6> Acesso em 10 nov. 2017.
- ANDERSON, C. W., SANTOS, J. R., & HAIMES, Y. Y. (2003). A Risk-based Input – Output Methodology for Measuring the Effects of the August 2003 Northeast Blackout. *Economic Systems Research*. November 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1080/09535310701330233>
- ARBEX, M., & PEROBELLI, F. S. (2010). Solow meets Leontief: Economic growth and energy consumption. *Energy Economics*, 32(1), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.05.004>.
- ARGYRIS, C. (1976). *Increasing Leadership Effectiveness*. New York: Wiley. Argyris,
- ASHBY, M., & VAKHITOVA, T. (2018). Analyzing and Measuring Circularity – Teaching and Industrial Tools by Granta Design. *MRS Advances*, 3(25), 1379–1386. <https://doi.org/10.1557/adv.2018.293>.
- Associação Brasileira da Indústria Têxtil e da Confecção (ABIT) (2018). Perfil do Setor. Disponível em <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em 22 fev.2019.
- AYRES, R.U.; SIMONIS, U.E. (1994), *Industrial Metabolism: Restructuring for Sustainable Development*. Tokyo: United Nations University Press.
- AYRES, ROBERT U.; AYRES, LESLIE W. (2002). *A Handbook of Industrial Ecology*. Library of Congress Cataloguing in Publication Data. Massachusetts, USA. Part. II, Chapter 12 – Industrial Ecology and Life Cycle Assessment.
- AVISO, K. B., AMALIN, D., PROMENTILLA, M. A. B., SANTOS, J. R., YU, K. D. S., & TAN, R. R. (2015). Risk assessment of the economic impacts of climate change on the implementation of mandatory biodiesel blending programs: A fuzzy inoperability input-output modeling (IIM) approach. *Biomass and Bioenergy*, 83, 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.10.011>.

AZEEZ, C. K. NARAYANA and H.S. OBEROI (2017). Extraction and Utilisation of Bioactive Compounds from Agricultural Waste Shamina.

BACOVIS, M. C. (2019). Synthesizing the research on Circular Economy through the use of conceptual maps [Sintetizando a pesquisa sobre Economia Circular através do uso de mapas conceituais]. *Espacios*, 40(3). <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85060787246&partnerID=40&md5=7ba3187b9501cad0d5492406267d0586>.

BAFFOUR AWUAH, K. G., & BOOTH, C. A. (2014). Integrated management framework for sustainable cities: Insights into multiple concepts and principles. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 191, 111–123. <https://doi.org/10.2495/SC140101>.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 1979.

BOCKEN, Nancy M. P. et al.. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016.

BRAUNGART, M., MCDONOUGH, W., & BOLLINGER, A. (2007). Cradle-to-cradle design: creating healthy emissions – a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13–14), 1337–1348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>.

BRUNO, Flávio da Silveira. (2016). A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção: a visão de futuro para 2030. 1 ed. São Paulo. Estação das letras e cores.

BURSZTYN, Maria Augusta; BURSZTYN, Marcel. Fundamentos de Política e Gestão Ambiental: Caminhos para a sustentabilidade. Rio de Janeiro: Garamond, 2012.

BUDZINSKI, M., BEZAMA, A., & THRÄN, D. (2017). Monitoring the progress towards bioeconomy using multi-regional Input-Output analysis: The example of wood use in Germany, 161. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.090>.

CARDOSO, Natália Rodrigues. (2015). A china e o seu novo modelo de desenvolvimento sustentável. Monografia de Graduação. Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHERTOW, M. R. (2000), “Industrial symbiosis: literature and taxonomy”, *Annual Review of Energy and the Environment*, Vol.25, pp. 313-337.

COBO, S., DOMINGUEZ-RAMOS, A., & IRABIEN, A. (2017). Resources, Conservation & Recycling From linear to circular integrated waste management systems: A review of methodological approaches. *Resources, Conservation & Recycling*, (January), 1–17. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.003>.

Confederação Nacional da Indústria (CNI). O setor têxtil e de confecção e os desafios da sustentabilidade. Brasília : CNI, 2017.

Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2018). 91% dos gestores acreditam que empresas aplicam conceitos de *economia circular*, aponta pesquisa. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/sustentabilidade/91-dos-gestores-acreditam->

que-empresas-aplicam-conceitos-de-economia-circular-aponta-pesquisa/ Acesso em 10 fev.2020.

Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2019). Participação da indústria na economia brasileira sobre para 22%. Disponível em: <https://noticias.portaldaindustria.com.br/noticias/economia/participacao-da-industria-na-economia-brasileira-sobe-para-22-diz-cni/> Acesso em 15 mar.2020.

Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2020). IBGE: Produção industrial retraiu 1,1% em 2019. Disponível em: <http://apps.fiesp.net/fiesp/newsletter/macro-visao/info-2793.htm> Acesso em 20 mai.2020.

Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2020) Estatísticas da Indústria. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/estatisticas/> Acesso em 20 set.2020.

CORREIA, Jeferson et al.. Diagnóstico da Produção de Resíduos da Indústria da Confecção na Região de Blumenau. In: 4º Congresso Científico Têxtil e Moda. Blumenau: 2016. Anais... Disponível em: . Acesso em: 20 set. 2020.

CRESWELL, J. (2010). *Projeto de pesquisa métodos qualitativo, quantitativo e misto*. Porto Alegre: Artmed.

DA COSTA, P., RAMOS, H., & PEDRON, C. (2019). Proposição de Estrutura Alternativa para Tese de Doutorado a Partir de Estudos Múltiplos. *Revista Ibero-Americana De Estratégia*, 18(2), 155-170. <https://doi.org/10.5585/ijsm.v18i2.2783>.

DAMIAN, Cristina. International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, Vol. 18, Ed. 6.2, (2018). DOI:10.5593/sgem2018/6.2/S25.003.

DESPEISSE, M., BALL, P. D., EVANS, S., & LEVERS, A. (2012). Industrial ecology at factory level – A conceptual model. *Journal of Cleaner Production*, 31(October 2017), 30–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.02.027>.

DUCHIN, F., & HERTWICH, E. (2003). International Society for Ecological Economics Online Encyclopaedia of Ecological Economics Industrial Ecology. *Ecological Economics, Watanabe 1972*, 1–12. Online Encyclopaedia of Ecological Economics.

ECHEVERRIA, C.A., et al., Cascading use of textile waste for the advancement of fibre reinforced composites for building applications, 2019.

J. CLEAN. PROD. 208, 1524E1536 ELSEVIER EL-HAGGAR, S., Sustainable Industrial Design and Waste Management Cradle-to-cradle for Sustainable Development. Elsevier, 2007.

Ellen MacArthur Foudation, Towards the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, v. 2, p. 23-44, 2012.

EMF (Ellen MacArthur Foundation). 2013. *Towards the circular economy. Opportunities for the consumer goods sector*. Isle of Wight, UK: Ellen MacArthur Foundation.

Ellen MacArthur Foundation, 2014. Towards the Circular Economy: Accelerating the Scale-up Across Global Supply Chains. Available at. [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_ENV\\_TowardsCircularEconomy\\_Report\\_2014.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_ENV_TowardsCircularEconomy_Report_2014.pdf).

Ellen MacArthur Foundation, 2017. Home page. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept>. Acesso em 10 set.2018.

Ellen MacArthur Foundation, 2017. Priority Research Agenda. Available at. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/higher-education/EMF\\_Priority-Research-Agenda-copy.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/higher-education/EMF_Priority-Research-Agenda-copy.pdf).

Ellen MacArthur Foundation, 2017. A new textiles economy: Redesigning fashion's future. Available at. [https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy\\_Full-Report.pdf](https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report.pdf). Acesso em 1 out.2018.

ERKMAN, S. 2002. The recent history of industrial ecology, Ayres, R; Ayres, L (Eds) in A Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar Publishing Limited. ISBN 1-84064-506-7.

ERKMAN, S., 1997. Industrial ecology: An historical view. J. Clean. Prod. 5, 1–10. doi:10.1016/S0959-6526(97)00003-6.

FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS – FINEP. (2017) ERA-MIN 2. Disponível em: Acesso em: 15 set. 2018.

FROSCH, R.A., GALLOPOULOS, N.E., 1989. Strategies for manufacturing. Sci. Am. 261, 144-152.

GEISENDORF, S. AND F. PIETRULLA. 2017. The circular economy and circular economic concepts: A literature analysis and redefinition. *Thunderbird International Business Review*. <https://doi.org/10.1002/tie.21924>. Acesso em: 2 out. 2018.

GEISSDOERFER, M., SAVAGET, P., BOCKEN, N. M. P., & HULTINK, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, pp. 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>.

GHISELLINI, P., CIALANI, C., ULGIATI, S., 2016. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. J. Clean. Prod. 114, 11–32. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>.

GIL, A. C. (2009). Como elaborar projetos de pesquisa. 4ª ed. São Paulo, atlas.

GRAEDEL, Thomas E. and BRADEN R. ALLENBY (1995), *Industrial Ecology*, Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall.

GUILHOTO, J.J.M. (2004). Análise e Insumo-Produto: teoria e fundamentos.

GUILHOTO, J. J. M., & SESSO FILHO, U. (2005). Estimação da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das Contas Nacionais. *Econ. Aplic.*, 9(1), 24.

GUILHOTO, J. J. M., JUNIOR, C. A. G., VISENTIN, J. C., IMORI, D., & USSAMI, K. A. (2017). *Construção Da Matriz Inter-Regional De Insumo-Produto Para O Brasil: Uma Aplicação Do Tupi*. 42.

GUILLEMETTE, Y., & TURNER, D. (2018). The Long View: Scenarios for the World Economy to 2060. *OECD Economic Policy Paper*, 22, 51. OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/b4f4e03e-en>.

HADDAD, E. A., GONÇALVES JÚNIOR, C.A E NASCIMENTO, T.O (2017). *Matriz Interstadual de Insumo-Produto para o Brasil: uma aplicação do método IIOAS*. Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos (RBERU) Vol. 11, n. 4, pp. 424-446,.

HAAS, W., KRAUSMANN, F., WIEDENHOFER, D., & HEINZ, M. (2015). How circular is the global economy?: An assessment of material flows, waste production, and recycling in the European union and the world in 2005. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 765–777. <https://doi.org/10.1111/jiec.12244>.

HARWOOD, R. (2017). Towards a spiral economy. Recuperado em 10 agosto, 2017, de <https://www.100open.com/towards-a-spiral-economy/>.

HAWKEN, Paul; LOVINS, Amory e LOVINS, L. Hunter. *Capitalismo Natural: criando a próxima revolução industrial*. 6ª reimp. 1ª ed. São Paulo: Cultrix, 2007.

HEYES, G., SHARMINA, M., MENDOZA, J. M. F., GALLEGO-SCHMID, A., & AZAPAGIC, A. (2018). Developing and implementing circular economy business models in service-oriented technology companies. *Journal of Cleaner Production*, 177, 621–632. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.168>.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. Disponível em <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>. Acesso em: 20 mai.2018.

IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. *World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland*, 32 pp.

Jornal do Comércio (2020). Segmento têxtil fecha 1º quadrimestre com uma retração de 3% a 4% no Estado. Disponível em <https://diariodocomercio.com.br/economia/segmento-textil-fecha-1o-quadrimestre-com-uma-retracao-de-3-a-4-no-estado/> Acesso em 20 mai.2020.

KALMYKOVA, Y., SADAGOPAN, M., & ROSADO, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135 (outubro 2017), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>.

Kirchherr, J.; Reike, D.; Hekkert, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of

114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 127, n. April, p. 221–232, dez. 2017. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0921344917302835>> Acesso em: 28 nov. 2017.

LEONTIEF, W., Input-Output analysis. In. W. Leontief (Ed.), *Input-Output Economics*, Chapter 2, 19 – 40, New York: Oxford University Press, 2nd ed. – 1986, 1985.

LEONTIEF, W. 1970. Environmental Repercussions and the Economic Structure: an Input-Output Approach. *Review of Economics and Statistics*, vol. LII, No. 3, 1970, pp. 262-271.

LEWANDOWSKI, M. (2016). Designing the business models for circular economy-towards the conceptual framework. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 8, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/su8010043>.

LIEDER, M., RASHID, A., 2016. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in the context of manufacturing industry. *J. Clean. Prod.* 115, 36–51. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.12.042>.

LIFSET, R., GRAEDEL, T. 2002. Industrial ecology: goals and definitions, Ayres, R; Ayres, L (Eds) in *A Handbook of Industrial Ecology*. Edward Elgar Publishing Limited. ISBN 1-84064-506-7.

LIU, Y.; BAI, Y. An exploration of firms' awareness and behavior of developing circular economy: An empirical research in China. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 87, p. 145–152, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2014.04.002>.

LOMBARDI, D. R. ET LAYBOURN, P. (2012), “Redefining industrial symbiosis: crossing academic practitioner boundaries”, *Journal of Industrial Ecology*, Vol.16, No.1, pp. 28-37.

LOVINS, A. B., LOVINS, L. H., & HAWKEN, P. (2017). A road map for natural capitalism. *Corporate Environmental Responsibility, March*, 3–15.

LYLE, J.T., 1994. Regenerative design for sustainable development, The Wiley series in sustainable design. Doi:10.1016/0169-2046(95)90009-8.

LUZ, B. (2017). *Economia Circular Holanda – Brasil: da Teoria à Prática*.

MAIR, S., DRUCKMAN, A., & JACKSON, T. (2016). Global inequities and emissions in Western European textiles and clothing consumption. *Journal of Cleaner Production*, 132, 57–69. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.082>.

MAJUMDAR, A., SHUKLA, S., SINGH, A. A., & ARORA, S. (2020). Resources , Conservation & Recycling Circular fashion : Properties of fabrics made from mechanically recycled poly-ethylene terephthalate ( PET ) bottles. *Resources, Conservation & Recycling*, 161(February), 104915. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104915>.

MARTINEZ, S., MARCHAMALO, M., & ALVAREZ, S. (2018). Organization environmental footprint applying a multi-regional input-output analysis: A case study of a wood parquet company in Spain. *Science of the Total Environment*, 618, 7–14. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.306>.

MAYER, A., HAAS, W., WIEDENHOFER, D., KRAUSMANN, F., NUSS, P., & BLENGINI, G. A. (2019). Measuring Progress towards a Circular Economy: A Monitoring Framework for Economy-wide Material Loop Closing in the EU28. *Journal of Industrial Ecology*, 23(1), 62–76. <https://doi.org/10.1111/jiec.12809>.

MCDONOUGH, W. AND BRAUNGART, M. (2002) *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*, Farrar, Straus and Giroux, New York,.

MCDOUNOUGH W.; BRAUNGART M.; ANASTAS, P.T.; ZIMMERMAN, J.B. Applying the Principles of Green Engineering to Cradle-to-Cradle Design. *Environmental Science Technology*. v. 37, n. 23: p. 434A – 441A, 2003. Disponível em <http://pubs-acsc-org.ez11.periodicos.capes.gov.br/doi/abs/10.1021/es0326322>. Acesso em:15 jun. 2017.

MENEGHETTI, F. K., PEDRO, R., & SOUZA, P. de. (2011). *Documentos e Debates O que é um Ensaio-Teórico?* 320–332.

MENDES JÚNIOR, B. DE O. (2017). Setor têxtil. *Caderno Setorial ETENE – Banco do Nordeste*, 16, 1–18.

MERLI, R., PREZIOSI, M., & ACAMPORA, A. (2018). How do scholars approach the circular economy? A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 178, 703–722. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.112>.

MILLER, R & BLAIR, P. 2009. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Cambridge University Press, second edition. ISBN 978-0-521-51713-3.

MINAYO, M. C. S. Técnicas de pesquisa: entrevista como técnica privilegiada de comunicação. In: *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. 12. ed. São Paulo: Hucitec, 2010. p. 261 – 297.

MIRABELLA, N., CASTELLANI, V., & SALA, S. (2014). Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review. *Journal of Cleaner Production*, 65, 28–41. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.051>.

MUELLER, Charles C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora UnB, 2012.

MURRAY, A., SKENE, K., & HAYNES, K. (2017). The Circular Economy: An Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context. *Journal of Business Ethics*, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2>.

NIERO, M., HAUSCHILD, M. Z., HOFFMEYER, S. B., & OLSEN, S. I. (2017). Combining Eco-Efficiency and Eco-Effectiveness for Continuous Loop Beverage Packaging Systems: Lessons from the Carlsberg Circular Community. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 742–753. <https://doi.org/10.1111/jiec.12554>.

NIINIMÄKI, K., PETERS, G., DAHLBO, H., PERRY, P., RISSANEN, T., & GWILT, A. (2020). The environmental price of fast fashion. *Nature Reviews Earth & Environment*, 1(4), 189–200. <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0039-9>.

ODUM, Eugene P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 1988.

LUIZ, S., FRAN, B., & RANGEL, A. D. (2019). Princípios de economia circular para o desenvolvimento de produtos em arranjos produtivos locais Principles of circular economy for the development of products in industrial clusters. *Interações*, 20(4), 1179–1193. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.20435/inter.v20i4.1921>.

OECD. (2019). Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences. In *Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences*. <https://doi.org/10.1787/9789264307452-en>.

OGHAZI, P., & MOSTAGHEL, R. (2018). Circular business model challenges and lessons learned-An industrial perspective. *Sustainability (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030739>.

PEARCE, D.W., TURNER, R.K., 1990. *Economics of Natural Resources and the Environment*. booksgooglecom. <https://doi.org/10.2307/1242904>.

PEROBELLI, F.S; MATTOS, R. S. de; FARIA, W.R. (2007). *Interações energéticas entre o Estado de Minas Gerais e o restante do Brasil: Uma análise inter-regional de insumo-produto*. *Econ. aplic.*, São paulo, v. 11, n. 1, p. 113-130, Janeiro-Março.

POMPONI, F.; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: A research framework. *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 710-718, fev. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.055>> Acesso em: 07 nov. 2017.

PIETROBELLI, C.; SVERRISSON, Á. (Ed). *Linking local and global economies: the ties that bind*. London; New York: Routledge, 2003.

KALMYKOVA, Y., SADAGOPAN, M., & ROSADO, L. (2018). Circular economy – From review of theories and practices to development of implementation tools. *Resources, Conservation and Recycling*, 135(October), 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.10.034>.

KERR, J., & LANDRY, J. (2017). Pulse of the. *Global Fashion Agenda & The Boston Consulting Group*, 11. [http://globalfashionagenda.com/wp-content/uploads/2017/05/Pulse-of-the-Fashion-Industry\\_2017.pdf](http://globalfashionagenda.com/wp-content/uploads/2017/05/Pulse-of-the-Fashion-Industry_2017.pdf).

RICHARDSON, R. J. (2009). *Pesquisa social: métodos e técnicas*. 3º ed. São Paulo, atlas.

RIZOS, V., BEHRENS, A., VAN DER GAAST, W., HOFMAN, E., IOANNOU, A., KAFYEKE, T., FLAMOS, A., RINALDI, R., PAPADELIS, S., HIRSCHNITZ-GARBERS, M., & TOPI, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability (Switzerland)*, 8 (11). <https://doi.org/10.3390/su8111212>.

ROJAS, S. P. (2012). *Contribuição do Enfoque de Ciclo de Vida da Ecologia Industrial na Economia do Meio Ambiente*. 183.

ROGERS, D. S., & TIBBEN-LEMBKE, R. S. (1998). *Going Backwards: Reverse Logistics Trends and Practices*. University of Nevada, Reno.

ROOS, G. (2014). Business model innovation to create and capture resource value in future circular material chains. *Resources*, 3(1), 248–274. <https://doi.org/10.3390/resources3010248>.

ROTHER, E. T. Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*, São Paulo, v. 20, n. 2, p. v-vi, jun. 2007.

SAAVEDRA, Y. M. B., IRITANI, D. R., PAVAN, A. L. R., & OMETTO, A. R. (2018). Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. *Journal of Cleaner Production*, 170, 1514–1522. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.260>.

SACHS, Ignacy. (2002) *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond.

SANDIN, G., & PETERS, G. M. (2018). Environmental impact of textile reuse and recycling – A review. *Journal of Cleaner Production*, 184, 353–365. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.266>.

SANTOS, J. R., MAY, L., & HAIMAR, A. EL. (2013). Risk-based input-output analysis of influenza epidemic consequences on interdependent workforce sectors. *Risk Analysis*, 33(9), 1620–1635. <https://doi.org/10.1111/risa.12002>.

SASSANELLI, C., ROSA, P., ROCCA, R., & TERZI, S. (2019). Circular economy performance assessment methods: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 229, 440–453. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.019>.

SAUVÉ, S.; BERNARD, S.; SLOAN, P. (2016) Environmental sciences, sustainable development and circular economy: Alternative concepts for trans-disciplinary research. *Environmental Development*, v. 17, p. 48–56. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.envdev.2015.09.002>> Acesso em: 07 nov. 2017.

SCHRÖDER, P., LEMILLE, A., & DESMOND, P. (2020). Resources, Conservation & Recycling Making the circular economy work for human development. *Resources, Conservation & Recycling*, 156(September 2019), 104686. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.104686>.

SEHNEM, S., & PEREIRA, S. C. F. (2019). Rumo à Economia Circular: Sinergia Existente entre as Definições Conceituais Correlatas e Apropriação para a Literatura Brasileira. *Revista Eletrônica de Ciência Administrativa*, 18(1), 35–62. <https://doi.org/10.21529/recadm.2019002>.

SEO, E. S. M., & KULAY, L. (2006). Avaliação do Ciclo de Vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente*, 1(1), 1-23.

Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE) (2016). *Estudo da Competitividade dos Setores Têxtil e Confeccionista no Estado do Rio Grande do Norte*. SEBRAE-RN. ISBN: 978-85-88779-36-5.

SHIRVANIMOGHADDAM, K., MOTAMED, B., RAMAKRISHNA, S., & NAEBE, M. (2020). Death by waste: Fashion and textile circular economy case. *Science of the Total Environment*, 718, 137317. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137317>.

SÖDERSTEN, C.-J., PALM, V., WOOD, R., SCHMIDT, S., SIMAS, M., & WIEBE, K. (2018). Understanding GHG emissions from Swedish consumption – Current challenges in reaching the generational goal. *Journal of Cleaner Production*, 212, 428–437. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.060>.

SONIS, M., & HEWINGS, G. J. D. (1998). Economic complexity as network complication: multiregional input-output structural path analysis. *Annals of Regional Science*, 32(3), 407–436. <https://doi.org/10.1007/s001680050081>.

STAHEL, W., 2008. The performance economy: business models for the functional service economy, in: *Handbook of Performability Engineering*. pp. 127–138.

STRAZZA, C., MAGRASSI, F., GALLO, M., & DEL BORGHI, A. (2015). Life Cycle Assessment from food to food: A case study of circular economy from cruise ships to aquaculture. *Sustainable Production and Consumption*, 2, 40–51. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2015.06.004>.

SUH, S; KAGAWA, S. 2009. Industrial ecology and input-output economics: a brief history, SUH (Eds) in *Handbook of input-output economics in industrial ecology*. Springer, Science+Business media. ISBN 978-1-4020-4083-2. DOI: 10.1007/978-1-4020-5737-3.

The fashion industry is the second largest polluter in the world: Fashion's Environmental Impact, Disponível em <https://www.sustainyourstyle.org/old-environmental-impacts#anchor-link-water-pollution>

TIOSSI, F. M., SIMON, A. T., TERNERO, E. M., & MARQUES, C. S. A. (n.d.). *Economia Circular : Um Modelo de Negócios Complementar à Sustentabilidade*. 1–9.

YIN. R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 2 ed., Porto Alegre: Bookman, 2001.

YUAN, Zengwei; BI, Jun; MORIGUICHI, Yuichi. The Circular Economy – A New Development Strategy in China. *Industrial Ecology In Asia*, v. 10, 2006.

WEETMAN, Catherine. *Economia Circular: conceitos e estratégias para fazer negócios de forma mais inteligente, sustentável e lucrativa*. 1ª ed. São Paulo: Autêntica Business, 2019.

WYSOKIŃSKA, Z. (2018). Implementing the Main Circular Economy Principles within the Concept of Sustainable Development in the Global and European economy, with Particular Emphasis on Central and Eastern Europe – The Case of Poland and the Region of Lodz. *Comparative Economic Research*, 21(3), 75–93. <https://doi.org/10.2478/cer-2018-0020>.

Textiles, Apparel, Footwear and Leather. Disponível em <http://www.circulary.eu/sectors/textiles-apparel-and-leather/> (2020) *BusinessEurope – Agenda da EU sobre Economia Circular*. Acesso em 20 set.2020.

United Nations Environment Programme (UNEP) (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural resources for the future we want. Disponível em: [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27517/GRO\\_2019.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/27517/GRO_2019.pdf). Acesso em 10 mai. 2020.

United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) (2013). Green growth: from labour to resource productivity: best practice examples, initiatives and policy options, 2013. Disponível em: [https://www.unido.org/sites/default/files/2013-04/GREENBOOK\\_0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/2013-04/GREENBOOK_0.pdf). Acesso em: 20 ago. 2018.

VOSVIEWER. Welcome to VOSviewer. 2019. Disponível em <https://www.vosviewer.com/>. Acesso em 14 ago. 2019.

ZHANG, Z., ZHU, K., & HEWINGS, G. J. D. (2017). A multi-regional input–output analysis of the pollution haven hypothesis from the perspective of global production fragmentation. *Energy Economics*, 64, 13–23. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.03.007>.

ZIMRING, C. A. (2016). Upcycling in History: Is the Past a Prologue to a Zero-Waste Future? The Case of Aluminum. *RCC Perspectives: Transformations in Environment and Society*, 3, 45-52. <https://doi.org/10.5282/rcc/7542>.

A Economia Circular que Está Ganhando o Mundo e já tem Boas Iniciativas no Brasil. Disponível em <http://www.fiepr.org.br/observatorios/agroalimentar/a-economia-circular-que-esta-ganhando-o-mundo-e-jia-tem-boas-iniciativas-no-brasil-1-21871-360291.shtml>. Acesso em 20 set.2020.

Ministros adotam resoluções sobre economia circular e produção sustentável. Disponível em <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63-meio-ambiente/7133-quarta-assembleia-da-onu-para-o-meio-ambiente-nairobi-quenia.html>. Acesso em 20 set. 2020.

## APÊNDICE I

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA**  
**CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**  
**DOUTORADO EM DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**  
**DOUTORANDO: MILTON JARBAS RODRIGUES CHAGAS**  
CONTATO: (88)99951-0051  
E-MAIL: milton.rodrigues@ufca.edu.br

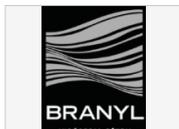
### QUESTÕES SOBRE ECONOMIA CIRCULAR

- 1º) Qual o tempo de atuação da empresa no mercado? (informar em anos ou meses)
- 2º) Gostaria que o Senhor descrevesse o funcionamento da indústria, informando as etapas do processo industrial.
- 3º) Quais as principais matérias-primas utilizadas na produção? E de onde elas são adquiridas?
- 4º) No que se refere ao produto final, este é vendido para o mercado interno ou exportado? Gostaria que o senhor explanasse um pouco sobre qual o destino dos produtos.
- 5º) Muitos dos processos produtivos utilizam a Economia Linear, no entanto já existem algumas estratégias adotadas visando uma mudança para a chamada Economia Circular. Neste contexto gostaria de saber:
  - a) Qual a compreensão do senhor no que se refere à Economia Circular?
  - b) A Indústria adota estratégias quanto a reciclagem, reúso ou reaproveitamento dos resíduos? Se sim quais as estratégias adotadas?
  - c) Existe alguma regulamentação adotada sobre sustentabilidade, ou que deve ser seguida no que tange a fabricação de produtos têxteis?
  - d) Existe alguma rede de indústria para onde são destinados os resíduos? Visando a utilização como matéria-prima?
  - e) Na sua opinião, como os funcionários da indústria veem a adoção de estratégias de Economia Circular?
  - f) Quanto ao Governo e a Sociedade, na sua opinião, são importantes para que se alcance a sustentabilidade por meio da Economia Circular? Justifique.
- 6º) Quais as principais barreiras e as perspectivas para a adoção de uma Economia Circular no setor têxtil Cearense?

Obrigado pela participação.

## APÊNDICE II

### Relação de indústrias têxteis do Estado do Ceará cadastradas no SINDITÊXTIL no ano de 2019.

	RAZÃO SOCIAL	ENDEREÇO	CÓDIGO CNAE	DESCRIÇÃO DO CNAE
01	 Beatriz Têxtil S/A	Via de Penetração IV, nº 30 – III Distrito Industrial. Maracanaú-CE	1351100	Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico
02	 BRANYL Indústria e Comércio Têxtil do Ceará	Rua Lídia Alves Cavalcante, 865, Santo Antônio. Itaitinga-CE	1330800	Fabricação de tecidos de malha
03	 COTECE S/A	Parque Leste, 200, Distrito Industrial, Maracanaú-CE	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
04	 DELFA Ind. e Com. de Acessórios do vestuário Ltda.	Av. Parque Sul, S/N – Distrito Industrial. Maracanaú-CE	1412601	Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas e confeccionadas sob medidas.
05	 FILATI Indústria de malhas Ltda.	Av. Parque Norte II, 570B – Distrito Industrial, Maracanaú-CE	1330800	Fabricação de Tecido de malha
06	 HACO Etiquetas do Nordeste	Av. Eusébio de Queiroz, 3954, Coaçu, Eusébio-CE.	1359600	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente

	RAZÃO SOCIAL	ENDEREÇO	CÓDIGO CNAE	DESCRIÇÃO DO CNAE
07	 JAGUATÊXTIL – Jaguaruana Têxtil Ltda.	Rua José de Almeida, 2400, Cardeais, Jaguaruana-CE	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
08	 MULTICOR Indústria Têxtil Ltda	Rua José de Almeida, 1977, Cardeais, Jaguaruana-CE	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
09	 NOVA FIAÇÃO Indústria Têxtil Ltda	Av. Dr. Antônio da Rocha Freitas	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
10	 OSASUNA Participações Ltda (Jangadeiro Têxtil)	Av. Parque Norte I, 89 – Distrito Industrial. Maracanaú-CE	1330800	Fabricação de tecidos de malha
11	 OSASUNA Comercial Importadora Ltda	Rua Teodomiro de Castro, 4585 A – Álvaro Wayne. Fortaleza-CE	4616800	Representantes comerciais e agentes do comércio de têxteis, vestuário, calçados e artigos de viagem.
12	 Passamanaria do Nordeste	Rua Professor Vieira, 350 -Autran Nunes. Fortaleza-CE	1359600	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente
13	 PEMALEX Indústria e Comércio Ltda	Rod. Dr. Mendel Steinbruch, 07, Distrito Industrial. Maracanaú-CE	1354500	Fabricação de tecidos especiais, inclusive artefatos.

	RAZÃO SOCIAL	ENDEREÇO	CÓDIGO CNAE	DESCRIÇÃO DO CNAE
14	 SANTANA TEXTILES	Av. Presidente Castelo Branco, 2015 – Br 116 Km 37. Horizonte – CE.	1321900	Tecelagem de fios de algodão
15	 TBM – Têxtil Bezerra de Menezes S.A.	Av. dos Expedicionários, 9981, Itaperi. Fortaleza-CE.	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
16	 Têxtil JM Ind. E Comércio Ltda	Rua Edson Martins, 1268 – Bom Jardim. Fortaleza-CE.	1421500	Fabricação de meias
17	 TRAMIX Indústria e Comércio Têxtil Ltda	Rua Raimundo Coelho, S/N, Centro. Aquiraz-CE	1359600	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente
18	 UNITÊXTIL – União Industrial Têxtil S/A	Av. Audízio Pinheiro, 298 – Henrique Jorge. Fortaleza-CE	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
19	 VICUNHA Têxtil S.A.	Rod. Dr. Mendel Steinbruch, Km 09 – Pajuçara. Maracanaú-CE.	1311100	Preparação e fiação de fibras de algodão
20	 ZANOTTI PACATUBA Ind. e Comércio de artigos Têxteis Ltda.	Av. Marginal Nordeste, 1001, Sen. Carlos Jereissati. Pacatuba – CE.	1359600	Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente

Fonte: Sinditêxtil (2019)