

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO – UNINOVE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

JOSÉ MANUEL FERREIRA CORREIA

**TRANSIÇÃO DAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA ECONOMIA
CIRCULAR: *SURVEY* POR PORTE EM INDÚSTRIAS TÊXTEIS LOCALIZADAS
NO BRASIL**

São Paulo
2020

JOSÉ MANUEL FERREIRA CORREIA

**TRANSIÇÃO DAS PRÁTICAS DE PRODUÇÃO MAIS LIMPA PARA ECONOMIA
CIRCULAR: *SURVEY* POR PORTE EM INDÚSTRIAS TÊXTEIS LOCALIZADAS
NO BRASIL**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador. Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto

**São Paulo
2020**

Correia, José Manuel Ferreira.

Transição das práticas de produção mais limpa para economia circular: survey por porte em indústrias têxteis localizadas no Brasil. / José Manuel Ferreira Correia. 2020.

87 f.

Tese (Doutorado) – Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2020

Orientador (a): Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto.

Economia circular. 2. Indústria têxtil. 3. Produção mais limpa. 4. Porte da empresa.

Oliveira Neto, Geraldo Cardoso de.

II. Título

CDU 658.5



PARECER DA COMISSÃO EXAMINADORA DE DEFESA DE TESE

DE

José Manuel Ferreira Correia

Título da Tese: Transição das Práticas de Produção mais Limpa para Economia Circular: Survey por Porte em Indústrias Têxteis Localizadas no Brasil.

A Comissão examinadora, composta pelos professores abaixo, considera o(a) candidato(a) José Manuel Ferreira Correia APROVADO.

São Paulo, 25 de novembro de 2020.

Prof(a). Dr(a). Geraldo Cardoso de Oliveira Neto (PPGEP/UNINOVE) - Orientador

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto

Prof(a). Dr(a). Oduvaldo Vendrametto (UNIP / PPGEP) – Membro Externo

Oduvaldo Vendrametto
Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto

Prof(a). Dr(a). Ivanir Costa (UNINOVE / PPGI) - Membro Externo

Ivanir Costa

Prof(a). Dr(a). Rosângela Maria Vanalle (UNINOVE / PPGEP) - Membro Interno

Rosângela Maria Vanalle

Prof(a). Dr(a). Wagner Cezar Lucato (UNINOVE / PPGEP) - Membro Interno

Wagner Cezar Lucato

AGRADECIMENTOS

Início meus agradecimentos a minha esposa Nancy e as minhas filhas Priscila e Patrícia pela compreensão e incentivo para a execução das minhas pesquisas.

Agradeço a meus pais, Sr. José (*in memorian*) e Sra. Alcina que sempre me motivaram a estudar, pelos ensinamentos e aconselhamentos que se tornaram fundamentais para vencer esta jornada acadêmica.

Externo também os agradecimentos ao meu orientador Prof. Dr. Geraldo Cardoso de Oliveira Neto responsável direto pela elaboração desta pesquisa com suas orientações, conhecimento, apoio, incentivo, suporte, motivação, cooperação, compromisso, estímulo e principalmente por acreditar em mim.

Aos Professores Dr. Wagner Cezar Lucato, Dra. Rosangela Maria Vanalle, Dr. Ivanir Costa e Dr. Oduvaldo Vendrametto, membros da banca examinadora, pela colaboração, pelas contribuições e sugestões.

À Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da “UNINOVE” - Universidade Nove de Julho, em especial à Ana Carolina Castro Foganholo por todo o apoio prestado.

Aos profissionais da indústria, colegas e amigos que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Agradeço aos demais professores, aos dirigentes e funcionários da Universidade Nove de Julho e aos colegas do Programa de Mestrado em Engenharia de Produção principalmente pela disposição dispensada, do conhecimento e cooperação, da oportunidade de contato e troca de experiências.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo apoio em forma de bolsa de fomento.

Agradeço a Universidade Nove de Julho pela bolsa de estudo disponibilizada, a qual proporcionou a minha participação no Programa de Doutorado em Engenharia de Produção.

“Ensinar não é transferir conhecimento,
mas criar as possibilidades para a sua
própria produção ou a sua construção”.

Paulo Freire

RESUMO

As indústrias têxteis desempenham um papel importante para a economia global. Entretanto, as suas atividades promovem muitos debates em relação aos impactos negativos ao meio ambiente e para a própria sociedade. Esta pesquisa tem como objetivo geral avaliar a transição das práticas de produção mais limpa (P+L) para a economia circular (EC) por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil. A metodologia adotada foi revisão sistemática da literatura para identificar as práticas de EC relacionados a P+L, seguido de aplicação de questionário estruturado por meio de *survey* para determinar o grau de implantação das práticas de EC por porte de indústrias têxteis. Depois, no processo de resultados e discussão, foi verificado o valor médio das práticas de P+L em relação ao valor médio das práticas de EC, que variam de 1 a 5, conforme a escala *Likert* utilizada no *survey*, possibilitando avaliar como está essa transição por porte de empresa. Ressalta-se que foi considerado um artigo publicado que determinou o grau de implantação das práticas de P+L por porte de indústria têxtil, sendo o ponto de partida para verificar a transição. Com isso, com os dados coletados foi realizada a primeira análise da qualidade dos dados por meio da observação, depois analisada a relação entre variáveis e, por fim, os tratamentos necessários nos dados. Na sequência, para a comparação das práticas de EC relativas ao porte das indústrias que compuseram a amostra foi utilizada o *software* de análise das variâncias (ANOVA). Os resultados mostraram um maior grau de implantação das práticas de EC nas indústrias têxteis de grande porte quando comparadas as pequenas e médias indústrias têxteis. A implementação da EC em uma organização consiste na adoção de ações preventivas. A EC é implantada quando ocorre aumento da reutilização e reciclagem de têxteis; pelo reaproveitamento dos resíduos gerados; pela adoção de ciclos fechados nos processos produtivos; eliminação de desperdícios; otimização do uso da água e de águas residuais; da cogeração de energética e uso de energia limpa. Estas ações requerem o uso de tecnologias inovadoras e de investimentos. A transição das práticas de P+L para EC proporcionam contribuições teóricas, práticas e sociais, que são detalhadas neste estudo.

Palavras chave: Economia circular, Indústria têxtil, Produção mais limpa, Porte da empresa

ABSTRACT

Industries play an important role for the global economy. However, its activities promote many debates regarding the negative impacts on the environment and on society itself. This research has as general objective to evaluate the transition from cleaner production practices (CP) to the circular economy (CE) by size of textile industries located in Brazil. The methodology adopted was a systematic literature review to identify the CE practices related to CP, followed by the application of a structured questionnaire through a survey to determine the degree of implementation of the CE practices by size of the textile industries. Then, in the process of results and discussion, the average value of CP practices was verified in relation to the average value of CE practices, which vary from 1 to 5, according to the Likert scale used in the survey, making it possible to assess how this situation is transition by company size. It should be noted that it was considered a published article that determined the degree of implementation of CP practices by size of the textile industry, being the starting point to verify the transition. Thus, with the collected data, the first analysis of the data quality was carried out through observation, then analyzed the relationship between variables and, finally, the necessary treatments in the data. Then, to compare the CE practices related to the size of the industries that made up the sample, the software of analysis of variances (ANOVA) was used. The results showed a greater degree of implementation of CE practices in large textile industries when compared to small and medium textile industries. The implementation of CE in an organization consists of the adoption of preventive actions. The implementation of CE in an organization consists of the adoption of preventive actions of at least one CE practice. CE is implemented when there is an increase in the reuse and recycling of textiles; for the reuse of waste generated; by the adoption of closed cycles in the production processes; elimination of waste; optimization of water and wastewater use; energy cogeneration and use of clean energy. These actions require the use of innovative technologies and investments. The transition from CP to CE practices provides theoretical, practical and social contributions, which are detailed in this study.

Keywords: Circular Economy, Textile Industry, Cleaner Production, Company size

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Circularidade da produção mais limpa	26
FIGURA 2 – Fluxograma dos procedimentos para desenvolvimento deste estudo	40
FIGURA 3 – Identificação dos artigos relevantes para este trabalho	41
FIGURA 4 – Teste do tamanho amostral mínimo	45
FIGURA 5 – Estatística descritiva das empresas respondentes por porte	46
FIGURA 6 – Balanceamento dos dados das empresas respondentes por porte	47

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – Práticas de economia circular relacionadas a produção mais limpa	28
QUADRO 2 – Avaliação de normalidade do grau de implantação das práticas de economia circular	50
QUADRO 3 – Avaliação de homogeneidade do grau de implantação das práticas de economia circular	51
QUADRO 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis	52
QUADRO 5 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de pequeno porte	65
QUADRO 6 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de médio porte	68
QUADRO 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte	74

LISTA DE ABREVIATURAS

ABIT	Associação Brasileira da Indústria Têxtil
ANOVA	Análise das variâncias
BAT	<i>Best Available Technique</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNTL	Centro Nacional de Tecnologias Limpas
DEMAIC	<i>Define Measure Analyze Improve Control</i>
DMADV	<i>Define Measure Analyze Design Verify</i>
DOE	<i>Design of Experiment</i>
EC	Economia Circular
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
N. S.	<i>Non Significant</i>
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P+L	Produção mais Limpa
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
UNEP	<i>Union Nations Environment Programme</i>
UNIDO	<i>Union Nations Industrial Development Organization</i>
WCED	<i>World Commission on Environmental and Development</i>

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO.....	13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	13
1.2 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	16
1.3 PROBLEMAS E PERGUNTAS DE PESQUISA.....	17
1.4 OBJETIVOS.....	19
1.4.1 Objetivo geral.....	19
1.4.2 Objetivos específicos.....	19
1.5 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES.....	19
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	20
CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....	22
2.1 CONCEITOS PRINCIPAIS	22
2.1.1 Produção Mais Limpa	22
2.1.2 Economia Circular	23
2.2. RELACIONAMENTO ENTRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECONOMIA CIRCULAR	25
2.3. REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECONOMIA CIRCULAR	27
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA.....	40
3.1 ESTRUTURA DE PESQUISA.....	40
3.1.1 Revisão da literatura.....	41
3.1.2 Survey.....	42
3.1.3 Procedimentos para a coleta de dados.....	43
3.1.4 Procedimentos para a análise de dados.....	46

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS – GRAU DE IMPLANTAÇÃO DE ECONOMIA CIRCULAR POR PORTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL LOCALIZADAS NO BRASIL	49
CAPÍTULO 5 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	64
CAPÍTULO 6 – CONCLUSÃO.....	80
REFERÊNCIAS	82

CAPITULO 1 – INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta a contextualização deste trabalho, referente as preocupações mundiais existentes decorrentes dos problemas ambientais causados pelas indústrias. Na sequência, é apresentada a delimitação do tema, identificando e definindo a área específica de interesse da pesquisa. Finalmente, são apresentados os problemas e perguntas de pesquisa, os objetivos, a justificativa e a estrutura deste trabalho.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A *World Commission on Environment and Development (WCED)* enfatizou a necessidade das gerações presentes e futuras de operacionalizarem o desenvolvimento sustentável por meio de tecnologias e produtos mais limpos. Estas premissas estão presentes em vários segmentos, como exemplos temos o setor da indústria têxtil (AMINDOUST; SAGHAFINIA, 2016); o setor da indústria de mineração (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014); o setor de indústria de metalmecânico (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2017) e o setor da educação (KHALILI *et al.*, 2015).

Desde 1989, por meio do conselho da *United Nations Environment Programme (UNEP)* ficou conhecido como o momento em que o termo P+L foi mencionado pela primeira vez. É uma abordagem conceitual e processual da produção, com o objetivo de prevenir ou minimizar os riscos aos seres humanos e ao meio ambiente, pois considera todas as fases do ciclo de vida de um produto (BASS, 1995); podendo ser aplicada aos processos usados em qualquer indústria, aos produtos e aos diversos serviços prestados à sociedade (UNEP, 2006).

A partir desta definição, novas interpretações foram realizadas com o intuito de complementar e atualizar o conceito de P+L. Considerando uma apresentação mais expositiva e direcionada aos resultados, pode-se afirmar que as práticas de P+L estão focadas nas ações preventivas para redução do consumo de recursos e da geração de resíduos, bem como da não promover emissões de poluentes; na obtenção de ganhos econômicos e ambientais; pelo uso eficiente de matérias-primas, da água, de energia; da reciclagem e reutilização de resíduos e por fim de

benefícios para a saúde ocupacional (VAN BERKEL *et al.*, 1997; GLAVIC; LUKMAN, 2007).

A adoção de práticas P+L contribui para a conservação de matérias-primas e energia, garantindo a redução ou eliminação de materiais tóxicos, bem como minimizam a quantidade e a toxicidade das emissões de poluentes e resíduos durante os processos de produção nas indústrias têxteis (GHAZINOORY; HUISINGH, 2006), influenciando na aplicação contínua de estratégias ambientais junto aos processos, produtos e serviços, objetivando o aumento da eficiência e minimizando os riscos para as pessoas e o meio ambiente (ALKAYA; DEMIRER, 2014).

É importante mencionar que desde 2002, ano da aprovação da lei chinesa para implantação de P+L com o objetivo de promover o desenvolvimento sustentável, mencionava-se em implantar o ciclo fechado no sistema de produção. Neste contexto, promover a circularidade de materiais foi reconhecido como estratégia de P+L (YAP, 2005). Com isso, a P+L é o primeiro e mais importante passo em direção ao objetivo final da EC, especialmente para o setor industrial (LI *et al.*, 2010).

Nos últimos anos, a EC está recebendo crescente atenção em todo o mundo como uma maneira de superar o atual modelo de produção e consumo com base no crescimento contínuo e no aumento da taxa de transferência de recursos. O conceito de EC é cada vez mais tratado como uma solução para uma série de desafios, como geração de resíduos, escassez de recursos e manutenção de benefícios econômicos (LIEDER; RASHID, 2016).

Ao promover a adoção de padrões de produção fechados em um sistema econômico, a EC visa aumentar a eficiência do uso de recursos, com foco especial nos resíduos urbanos e industriais, para alcançar um melhor equilíbrio e harmonia entre economia, meio ambiente e sociedade (GHISELLINI *et al.*, 2016).

Nos processos de produção das indústrias a P+L é uma das estratégias que deve ser considerada como preparatória para a EC (GHISELLINI *et al.*, 2016). A EC visa a regeneração e restauração de resíduos no sistema de produção, visando preservar e aprimorar o capital natural e o uso de recursos renováveis, bem como a eficácia do sistema (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2018).

Dessa forma, a transição entre P+L e EC ocorre por meio de *links* existentes entre as suas práticas. Entretanto, mesmo que o conceito de circularidade ser

amplamente discutido na literatura, o seu grau de implementação nas indústrias no nível micro permanece inexplorada (HENS *et al.*, 2018).

Também, não está claro quais são os antecedentes da implementação da EC por porte de indústria relacionados as correspondentes práticas de P+L, logo são necessários mais estudos empíricos para entender melhor o adoção e efeitos de uma P+L na promoção da EC (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018).

As práticas P+L e a EC estão interligados, a maximização do uso de recursos pela circulação de produtos, componentes e materiais com a mais alta utilidade, "é um padrão crucial" (GHISELLINI *et al.*, 2018).

Além disso, a Agenda 2030 relacionou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), com 169 metas, que visam equilibrar as dimensões econômica, social e ecológica do desenvolvimento sustentável e posicionam a luta contra a pobreza e o desenvolvimento sustentável na mesma agenda pela primeira vez, como por exemplo: i) aumentar a capacidade de fabricação sustentável e o bem-estar econômico sustentável proposto por Elkington (1997), e podem ser utilizadas para avaliar as contribuições das empresas para o desenvolvimento social; ii) adequar os produtos para o reuso, reciclagem e recuperação (VANALLE *et al.*, 2017).

Assim, todos devem desempenhar sua parte na busca de soluções compartilhadas para os desafios urgentes do mundo, de maneira a contrabalançar a existência humana sem colocar em risco a qualidade do meio ambiente, por meio de implementação de estratégias de proteção ambiental e incentivar sua adoção pelas indústrias, com o apoio do governo (UNEP, 2015).

De acordo com a definição de EC, o desenvolvimento sustentável é a sua principal meta, pois proporciona benefícios para as dimensões ambiental, econômica e social (KIRCHHERR *et al.*, 2017). Esta meta será alcançada por meio de uma mudança de paradigma ao substituir uma visão linear da vida útil do produto (conceito 'fim da vida útil') pela adoção de redução, reutilização, reciclagem e recuperação dos materiais nos processos de produção e distribuição, viabilizados por novos modelos de negócios e consumidores responsáveis.

A indústria têxtil tem entre suas principais preocupações a busca em alcançar meios para sustentabilidade em sua cadeia (AMINDOUST; SAGHAFINIA, 2016), pois é responsável pelo consumo de grandes quantidades de água e, também pela poluição de água (CHEN *et al.*, 2017), bem como do descarte de metais tóxicos no

solo, no ar e na água (SAN *et al.*, 2018). Para isso, a adoção de práticas P+L em seus processos existentes é uma solução para promover mitigações de seus impactos ambientais (ZHANG *et al.*, 2015), assim como na obtenção de resultados de qualidade ambiental (IBRAHIM *et al.*, 2015).

1.2 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Nessa pesquisa foi avaliado a transição das práticas de P+L para EC por meio de survey por porte em indústrias têxteis localizadas no Brasil. Foi selecionado esse setor em razão de ser grande poluidor do meio ambiente e pelo fato do setor têxtil ser considerado um dos três setores mais importantes da economia mundial (ABIT, 2019).

O Brasil é um dos poucos países ocidentais, senão o único a possuir uma cadeia têxtil completa, isto é, a produção é realizada em todas as etapas fabris desde a fibra até o próprio varejo (MEHLER, 2013).

No mercado mundial estima-se que as marcas de vestuário vão sofrer a partir de 2030 declínio de lucratividade decorrente da perda de margem na ordem de 45 bilhões euros/ano, sendo que a EC significa a sobrevivência (PULSE, 2018), previsão independente das decorrências da pandemia de Covid-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2 ou Novo Corona vírus, que impacta não apenas de ordem biomédica e epidemiológica, como também nos aspectos sociais, econômicos, políticos, culturais e históricos (FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ, 2020).

Além disso, a indústria têxtil brasileira emprega diretamente 1,5 milhão de trabalhadores em sua cadeia produtiva, com mais de 8 milhões de empregos indiretos, representado 16,7% dos empregos da indústria de transformação nacional. Suas receitas são de US\$ 51,58 bilhões por ano para uma produção média de têxteis de 1,3 milhão de toneladas e 8,9 bilhões de peças de vestuário. Em todo o mundo, é o quarto maior fabricante de *blue jeans*, e o quarto na produção de malhas e o quinto maior parque industrial, além de referência em *beachwear*, *jeanswear* e *homewear* (ABIT, 2017).

Atualmente é o quinto maior produtor têxtil, com participação de 2,4%; estando atrás de China (50,2%), Índia (6,9%), Estados Unidos (5,3%) e Paquistão (3,6%). Além disso, no Brasil no parque fabril já existem indústrias de têxteis e confecções que adotam a indústria 4.0 por meio da automação industrial e do uso da

internet das coisas para conectar máquinas e equipamentos entre si para garantir uma produção mais ágil e com menos desperdícios (ABIT, 2019).

Entretanto, a indústria têxtil é responsável pela elevada geração de resíduos sólidos (BERLIM, 2012). A cada segundo, o equivalente a uma carga de um caminhão contendo somente produtos têxteis é incinerada ou descartada em aterros (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015a).

Em estudo recente o Banco Mundial estimou que cerca de 20% de toda a poluição da água doce do mundo é resultante das atividades da indústria têxtil (PERIYASAMY *et al.*, 2017) decorrentes de seus descartes inadequados de materiais químicos e metais tóxicos que são utilizados em seus processos produtivos (SAN *et al.*, 2018).

Logo, torna-se necessário a adoção de práticas eco eficientes que minimizem os impactos ao meio ambiente (ZHANG *et al.*, 2015), bem como almejar a sustentabilidade ao longo da cadeia têxtil (AMINDOUST; SAGHAFINIA, 2016).

Em razão destas informações, esta pesquisa tem como foco avaliar a transição das práticas de P+L para a EC por parte de indústrias têxteis localizadas no Brasil.

1.3 PROBLEMAS E PERGUNTAS DE PESQUISA

As pesquisas sobre o assunto não avaliam a transição das práticas de P+L para a EC por parte de indústrias têxteis localizadas no Brasil. Alguns indícios mostram que as pequenas indústrias possuem dificuldades em aplicar práticas de P+L devido as suas estruturas organizacionais fracas (DE GUIMARÃES *et al.*, 2017), a falta de recursos financeiros e de funcionários capacitados (VIEIRA; AMARAL, 2016), bem como, pela falta de cultura de gestão de indicadores de desempenho (KHALILI *et al.*, 2015), e da necessidade de melhoria nas políticas de incentivos (SHI *et al.*, 2008) e da falta de acompanhamento por parte do governo (VAN BERKEL, 2007).

Ressalta-se que as pequenas e médias indústrias (PMEs) possuem dificuldades financeiras para obter empréstimos (GALLUP; MARCOTTE, 2004; LUKEN; NAVRATIL, 2004) visto que implantar tecnologias mais limpas são caras e faltam políticas de incentivo para as PMEs (SHI *et al.*, 2008; MEATH *et al.*, 2016).

Já as grandes indústrias são cobradas para que elas cumpram as legislações ambientais (SILVESTRE; SILVA NETO, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2016), e que precisam obter certificações ambientais para participarem de grandes grupos de *supply chain* (HENS *et al.*, 2018) e por ser requisito de exportação para muitos países (HALE, 1996; KLEWITZ; HANSEN, 2014).

Adicionalmente, as indústrias localizadas no Brasil estão vivenciando desafios como a crise econômica, aumento das taxas de juros e um ambiente político frágil, dificultando a obtenção de empréstimos, modernizações, expansões e exportações (DE GUIMARÃES *et al.*, 2017).

Foram constatadas pesquisas na literatura científica em que o porte não era um fator negativo para a aplicação de P+L, se a empresa estiver engajada com as questões ambientais (KLEWITZ; HANSEN, 2014; ADAPA, 2018) e se obter benefícios econômicos (SEVERO *et al.*, 2018), pois as empresas só investem em práticas ambientais se obter o retorno do investimento em curto prazo (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2017).

Entretanto, a implementação da EC nas indústrias permanece inexplorada, e mesmo que as práticas de P+L serem tema de discussão essenciais para a adoção da EC, ainda requererem mais estudos para uma melhor compreensão da adoção de P+L e seus relacionamentos na promoção da EC (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018).

O estudo publicado em 2020 por Oliveira Neto *et al.* (2020) mostrou em seus resultados que as grandes indústrias do setor têxtil no Brasil possuem maior grau de implementação de práticas de P+L quando relacionadas às indústrias de pequeno ou médio porte, destacando quantitativamente a distância significativa entre elas, bem como servem de referência para que outras indústrias adotem as práticas de P+L. Entretanto, não avaliou a transição das práticas de P+L para EC nestas indústrias do setor têxtil. Com isso, esse estudo foi o ponto de partida para avaliar a transição das práticas de P+L para EC nesse estudo.

Neste contexto, a pergunta de pesquisa dessa tese consiste em: Como está a transição das práticas de P+L para EC por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil?

1.4 OBJETIVOS

Nesta pesquisa os objetivos foram divididos em: objetivo geral e objetivos específicos.

1.4.1 Objetivo geral

O objetivo geral desta pesquisa foi avaliar a transição das práticas de P+L para a EC por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil.

1.4.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- Realizar revisão sistemática sobre as práticas de EC;
- Aplicar o *survey* por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil para avaliar o grau de implantação das práticas de produção de EC;
- Identificar como está a transição das práticas de P+L para a EC por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil. Ressalta-se que foi considerado um artigo publicado que determinou o grau de implantação das práticas de P+L por porte de indústria têxtil, sendo o ponto de partida para verificar a transição.

1.5 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Esse estudo é justificado pela contribuição com a teoria, prática organizacional e sociedade.

Em termos científicos a pesquisa proporciona contribuição ao avaliar de modo quantitativo os valores do grau de implantação por porte das indústrias têxteis localizadas no Brasil das práticas de EC e como está a transição das práticas de P+L para a EC. Até então o único estudo que avaliou o grau de implantação das práticas de P+L por porte destas indústrias foi elaborado por Oliveira Neto *et al.* (2020).

Também esse trabalho contribui como um guia para as grandes, as médias e pequenas indústrias do segmento têxtil consigam compreender o caminho para a transição de P+L para EC baseados na implantação de práticas, tais como: otimização do uso de insumos, embalagens, recursos naturais; eliminar o uso de materiais tóxicos, de desperdícios e aumentar a eficiência do tratamento das águas residuais e dos resíduos sólidos gerados; envolvimento dos setores da organização principalmente relacionados as áreas de desenvolvimento de projeto do produto, da programação e controle de produção e de engenharia para que os sistemas de fabricação sejam de ciclo fechado e que incorporem em seus processos materiais de reuso, reparados ou reciclados.

Além dessas práticas tem que otimizar a seleção de fornecedores e de equipamentos/máquinas a serem adquiridos que possuam tecnologias para cogeração de energia ou que usem energia limpa e que empreguem o ciclo fechado para seus processos; promover auditorias periódicas que viabilizem a extração de maior valor econômico e com vantagens ambientais decorrentes da eliminação das emissões de poluentes e resíduos; maximizar as condições de trabalho e o *layout* para também garantir processos fabris em ciclo fechado, bem como proporcionar treinamento para capacitar e conscientizar os funcionários para estas práticas.

Neste contexto também contribui com a sociedade por meio da melhoria nas condições de vida, na proteção da saúde pública e no bem-estar social decorrentes da adoção de práticas que mitigam os impactos ambientais e promovem vantagens econômicas

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão sistemática da literatura, identificando as práticas de P+L fundamentadas no conceito de EC, e subdividido em seis capítulos:

Capítulo 1 - Introdução, nesse capítulo apresenta-se a contextualização, a delimitação do tema, identificação dos problemas e elaboração das perguntas de pesquisa, os objetivos, as justificativas e a estrutura da dissertação.

Capítulo 2 - Revisão sistemática da literatura para identificar as práticas de P+L e seus conceitos, bem como, as práticas da EC.

Capítulo 3 - Metodologia de pesquisa científica, que descreve os métodos empregados para a realização dessa pesquisa.

Capítulo 4 – Resultados alcançados com adoção de ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) na análise dos dados obtidos dos *survey* aplicado em indústrias têxteis localizadas no Brasil para identificar o grau de implantação das práticas de EC. Também foi desenvolvido uma comparação entre o grau de implantação das práticas de P+L e o Grau de implantação das práticas de EC para identificar como está a transição das práticas de P+L para EC por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil.

Capítulo 5 – Discussão dos resultados, nessa seção foi discutido os resultados com a literatura sobre o assunto para identificar as contribuições para a teoria, prática e sociedade.

Capítulo 6 – Conclusão, foi apresentado as conclusões para teoria, prática organizacional e sociedade, bem como, as limitações desse estudo e propostas para pesquisas futuras.

CAPÍTULO 2 - REVISÃO DA LITERATURA

Nesse capítulo serão conceituados a P+L, EC e o relacionamento entre P+L e EC. Em seguida serão conceituadas as práticas da EC relacionadas com a P+L por meio de revisão sistemática da literatura.

2.1 CONCEITOS PRINCIPAIS

2.1.1 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Esta subseção apresenta a evolução, conceituação e abrangência do termo P+L utilizado por diferentes pesquisadores. O intuito é apresentar os diferentes termos utilizados pelos autores na tratativa dos assuntos relacionados com os aspectos ambientais e econômicos ao longo do tempo.

Em 1989 a *United Nations Environmental Programme's* (UNEP, 2006) adotou o termo P+L como uma forma contínua e integrada de prevenção ambiental nas indústrias, focando o aumento da eficiência da produção com a redução dos riscos ambientais e para a sociedade. Atuando preventivamente no aumento da ecoeficiência, a P+L é voltada para a identificação de fontes de geração de resíduos e suas causas, e de soluções para reduzi-las, promovendo ganhos econômicos e ambientais em curto prazo (VAN BERKEL, 1997; WILLEMS; LAFLEUR, 1997).

Assim, as indústrias ao implementarem as práticas de P+L obtêm redução de desperdícios e custos, bem como minimizam os volumes de resíduos e de emissões gerados (BASS, 1995; BOYLE, 1999) e conseqüentemente garantem o atendimento as legislações e normas ambientais.

Dessa forma, a P+L passa a ser considerada como estratégia preventiva e integrativa, para promover o aumento da produtividade pelo uso eficiente de matéria-prima, energia e água; pela redução dos impactos do ciclo de vida do produto resultante da aplicação de projeto com foco ambiental e pela melhoria do meio ambiente decorrente da redução de desperdícios e emissões (UNIDO, 2008).

A P+L integra o contexto preventivo, em que foca em evitar a poluição antes que esta seja gerada; envolvendo processos e produtos para tornar eficiente o uso das matérias-primas, água e energia (CNTL, 2003). Além disso, a P+L alcança resultados econômicos: pela redução dos custos implementados por ações de boas

práticas, e quando há investimentos no processo existente, gerando uma redução nos custos totais permitindo a recuperação do investimento com o passar do tempo (CNTL, 2003).

A P+L prioriza os esforços dentro de cada processo isolado (GIANNETTI; ALMEIDA, 2006) e portanto, uma abordagem organizada das atividades de produção, que abrangem a minimização do uso de recursos, maior ecoeficiência e redução de fontes, a fim de melhorar a proteção ambiental e reduzir os riscos para os organismos vivos (GLAVIC; LUKMAN, 2007). Logo, a P+L é muito importante para a conscientização das pessoas e dos benefícios proporcionados ao meio ambiente e sociedade (VAN BERKEL, 2007; GIANNETTI *et al.*, 2008). A P+L permite diversos níveis de aplicação junto às indústrias, desde a reflexão crítica a respeito da melhoria contínua de seus processos, até adoção efetiva do Programa P+L (CETESB, 2020).

Desse modo, a P+L pode ser implementada nas indústrias pois viabiliza que a extração e o uso dos recursos naturais sejam tratados de forma maximizada e eficiente nas etapas produtivas; a sua adoção promove a redução de produtos de subprodutos potencialmente perigosos e ou tóxicos (EUROPEAN COMMISSION, 2017). Também, possibilita a minimização das emissões de poluentes no ar, na água e no solo durante a fabricação e pelo uso do produto (EUROPEAN COMMISSION, 2017).

2.1.2 ECONOMIA CIRCULAR

Esta subseção apresenta a evolução, conceituação e abrangência da EC constatadas na literatura existente. As iniciativas econômicas, ambientais e sociais advindas do conceito de EC são apresentadas com enfoque no ciclo fechado dos sistemas de fabricação, pela regeneração dos materiais e insumos e na criação de valor.

A noção de circularidade tem importantes origens históricas e filosóficas. As origens da EC não são conferidas a um específico autor, porém, sugere-se como referência o estudo de Boulding em que propunha que a Terra era um sistema fechado e que a economia e o meio ambiente deveriam coexistir em equilíbrio (GHISELLINI *et al.*, 2016; LIEDER e RASHID, 2016).

Embora não exista uma definição universal do conceito na literatura dentro e entre escolas de pensamento, a EC é geralmente entendida pelo mundo dos negócios como um modelo restaurador e regenerativo por projeto, e visa manter os materiais e produtos em sua maior utilidade e valor (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b).

Este novo modelo econômico dissocia o desenvolvimento econômico global do consumo de recursos finitos. Assim, propicia o crescimento econômico, a criação de empregos e a redução dos impactos ambientais, incluindo as emissões de carbono (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015b). O modelo de EC está relacionado com grandes escolas de pensamento, desde a economia de *performance* de Walter Stahel; a filosofia de projeto berço-ao-berço de William McDonough e Michael Braungart; até a abordagem economia azul de Gunter Pauli (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017b).

Apesar de suas origens acadêmicas, a partir de 2016 a EC tem crescente atenção em todo o mundo como uma maneira de superar o atual modelo de produção (GHISSELINI *et al.*, 2016). A implementação das práticas de EC em todo o mundo ainda parece estar em seus estágios iniciais, principalmente focada na reciclagem, e não na reutilização. A EC requer um aumento da responsabilidade e conscientização dos fornecedores, fabricantes e consumidores; na utilização de tecnologias e materiais renováveis; bem como da adoção de políticas e ferramentas adequadas, claras e estáveis (GHISELLINI *et al.*, 2016).

Assim, a conceituação contemporânea da EC e sua prática foram alavancadas por empresas e formuladores de políticas públicas (KORHONEN *et al.*, 2018). Na literatura existem muitas iniciativas em andamento para implementar as práticas de EC nas indústrias. Porém, não foi estabelecido um terreno comum para a variedade de abordagens existentes (KALMYKOVA *et al.*, 2018) nem sobre modelos de negócios em relação à eficiência de recursos e a EC (LOPEZ *et al.*, 2019).

Os sistemas de EC asseguram o valor agregado dos produtos pelo maior tempo possível e eliminam o desperdício. Com isso, são mantidos os recursos na economia quando um produto chega ao fim de sua vida útil, pois passam a ser usados de forma produtiva repetidas vezes e, assim, criar mais valor (EUROPEAN COMMISSION, 2014).

A EC descreve um sistema econômico que se baseia em modelos de negócios eliminando o conceito de "fim de vida" por redução, reutilização,

recuperação e reciclagem dos materiais em processos operacionais produtivos e de distribuição; atuando nos níveis: micro (produtos, empresas, consumidores), meso (parques ecoindustriais) e macro (cidade, região ou nação), com o objetivo de alcançar o desenvolvimento sustentável, na melhoria da qualidade ambiental, na prosperidade econômica e na equidade social, em benefício das gerações atuais e futuras (KIRCHHERR *et al.*, 2017).

Portanto, a EC não se limita a ajustes de redução dos impactos negativos da economia linear. Mas sim, representa uma mudança sistêmica que constrói resiliência em longo-prazo, gera oportunidades econômicas e de negócios, e proporciona benefícios ambientais e sociais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2017b). A EC atua nas diretrizes econômicas, tecnológicas e políticas que buscam fechar ciclos dos materiais, desmaterializar a economia e tornar a economia menos dependente de recursos (HENS *et al.*, 2018).

2.2 RELACIONAMENTO ENTRE PRODUÇÃO MAIS LIMPA E ECONOMIA CIRCULAR

Esta subseção apresenta o relacionamento entre P+L e EC. As indústrias que já possuem práticas de P+L implementadas aumentam a circularidade de suas atividades e, privilegia as soluções voltadas para a prevenção e minimização, sugerindo que as empresas atuem na fonte geradora, buscando alternativas para o desenvolvimento de um processo eco eficiente, resultando na não geração dos resíduos, redução ou reciclagem interna e externa, que contribui de forma muito mais efetiva para a solução do problema ambiental. Apesar de mais complexa, pois exige mudança no processo produtivo e/ou a implementação de novas tecnologias (CNTL, 2003), conforme apresentado na figura 1.

Entretanto esta circularidade peculiar da P+L não está condizente com os princípios de EC que objetiva a sustentabilidade de produtos, com *designers* restauradores e eliminação de emissões de poluentes de descartes para o meio ambiente (GHISELLINI *et al.*, 2016). Também não está claro quais são os antecedentes da implementação da EC no nível da indústria, em vez de princípios e práticas de P+L terem sido discutidos como essenciais para a adoção da EC, mas ainda são necessários mais estudos empíricos para entender melhor o adoção e efeitos de uma P+L na promoção da EC (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018).

Figura 1: Circularidade da Produção Mais Limpa



Fonte: CNTL (2003)

A implementação em nível micro de EC implica que uma indústria execute diferentes estratégias para melhorar a circularidade de seu sistema de produção e que colabore com outras indústrias da cadeia de suprimentos para alcançar um padrão circular mais eficaz (WRINKLER, 2011).

Já as ações de EC no nível meso são relativas ao envolvimento de processos produtivos realizados em parques eco-industriais, distritos e redes de simbiose industrial, bem como outras denominações de redes produtivas relacionadas (SU *et al.*, 2013). As indústrias geralmente trabalham como entidades separadas e quando se envolvem em interações complexas de troca de recursos (material, água, energia e subprodutos), buscam obviamente obter benefícios econômicos e ambientais (CHERTOW, 2000).

Também são evidenciados na literatura o desenvolvimento da EC nas cidades, províncias ou regiões (nível macro) que promove o envolvimento, a integração e o redesenho de quatro sistemas: o sistema industrial; o sistema de infraestrutura está interligado ao prestamento de serviços básicos a população; a estrutura cultural e o sistema social (NAUSTALSLID, 2014).

Elia *et al.* (2017) propuseram uma estrutura de quatro níveis para apoiar a medição da adoção do paradigma EC: (i) processos para monitorar (ou seja, entrada de material, design, produção / entrega, consumo, gerenciamento de recursos em

fim de vida), (ii) as ações envolvidos (ou seja, design e produção de produtos circulares, modelos de negócios, habilidades em ciclos em cascata / reverso, colaboração entre ciclos e intersetoriais), (iii) os requisitos a serem medidos (isto é, reduzir a entrada e o uso de recursos naturais, reduzir os níveis de emissão, reduzir valiosos perdas materiais, aumentando a participação de recursos renováveis e recicláveis, aumentando a durabilidade do valor dos produtos) e (iv) os níveis de implementação do paradigma da EC.

As aplicações correntes de EC e suas práticas são dispostas nos níveis: micro (circularidade restrita dos recursos somente dentro das indústrias); meso (circularidade é realizada em parques eco industriais) e macro (ciclo abrange cidades e regiões) (GENG; DOBERSTEIN, 2008; WINANS, *et al.*, 2017; LUDEKE-FREUND *et al.*, 2019). A implementação da EC no grau micro permanece inexplorada. Ainda não está claro quais são os antecedentes da implementação da EC e ainda são necessários mais estudos para entender melhor a adoção e efeitos de uma P+L na promoção da EC (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018).

A EC vai além da abordagem convencional de “reduzir, reutilizar e reciclar”; inclui também a regeneração; o reaproveitamento; reuso de materiais; reparo, reforma e manutenção de produtos a serem reciclados de volta às cadeias de suprimentos (HENS *et al.*, 2018).

Entretanto, a literatura apresenta que as práticas de P+L e as de EC estão intimamente ligadas, a otimização do uso de "recursos" pela circulação de produtos, componentes e materiais com a mais alta utilidade em todos os momentos dos ciclos técnico e biológico por meio do *design* do produto "é um padrão crucial" (GHISELLINI *et al.*, 2018) e que a P+L é uma estratégia de EC (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018).

2.3 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA SOBRE PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR RELACIONADOS A PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Com base na revisão sistemática da literatura foram identificados no conteúdo dos trabalhos 20 práticas de EC relacionadas a P+L conforme apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Práticas da Economia Circular relacionadas a Produção Mais Limpa

Cód.	Práticas da EC extraídas de trabalhos de P+L	Referências
EC1	Cogerar energia e utilizar energia limpa	Li <i>et al.</i> (2010); Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Winans <i>et al.</i> (2017); Gopinath <i>et al.</i> (2018); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC2	Desenvolver o projeto do produto para minimizar o uso de insumos e recursos naturais por meio de reuso de embalagens em ciclo fechado	Hu <i>et al.</i> (2011); Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Hens <i>et al.</i> (2018); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC3	Desenvolver o projeto do produto para reuso de águas residuais e resíduos sólidos gerados em ciclo fechado	Hu <i>et al.</i> (2011); Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Kalmykova <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019);
EC4	Eliminar desperdícios de matérias-primas e insumos para minimizar o uso de insumos e recursos naturais	Hu <i>et al.</i> (2011); Kalmykova <i>et al.</i> (2018); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC5	Maximizar as condições de trabalho que garantam processos de fabricação em ciclos fechados	Walmsley <i>et al.</i> (2018); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC6	Auditorias periódicas extraem maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração com vantagens ambientais	Geng <i>et al.</i> (2012); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC7	Capacitar e conscientizar os funcionários na criação de valor do produto por meio do uso de ciclo fechado e pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida	Geng <i>et al.</i> (2012); Lopez <i>et al.</i> (2019); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC8	Otimização do uso da água e aumento da eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais	Gao <i>et al.</i> (2006); Hu <i>et al.</i> (2011); Geng <i>et al.</i> (2012); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Kalmykova <i>et al.</i> (2018); Sousa - Zomer <i>et al.</i> (2018); Lopez <i>et al.</i> (2019);
EC9	Os fornecedores aplicam em seus sistemas produtivos ciclos fechados para os materiais e fluxos de energia renováveis e principalmente utilizam embalagens vai e vem (reuso) eliminando a geração de resíduos	Gao <i>et al.</i> (2006); Hens <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018);
EC10	<i>Layout</i> apropriado para o processamento em ciclo fechado visando a eliminação na geração de resíduos e flexibilização dos sistemas produtivos para desmontagem e reuso dos componentes remanufaturados	Hu <i>et al.</i> (2011); Geng <i>et al.</i> (2012); Winans <i>et al.</i> (2017);

Fonte: Autor

Continuação do Quadro 1 - Práticas da Economia Circular relacionadas a Produção Mais Limpa

Cód.	Práticas da EC extraídas de trabalhos de P+L	Referências
EC11	Otimização tecnológica na seleção de equipamentos / máquinas para minimização / eliminação na geração de resíduos e emissões de gases	Hu et al. (2011); Geng et al. (2012); Mendoza et al. (2019);
EC12	O projeto de produtos foca em sistemas de fabricação de ciclo fechado para eliminar a geração de resíduos por meio de remanufatura e reuso de materiais, insumos e embalagens	Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Ghisellini <i>et al.</i> (2018); Hens <i>et al.</i> (2018); Kalmykova <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019);
EC13	Eliminação do uso de materiais tóxicos, promovendo a redução dos níveis de emissões de poluentes nos processos de produção	Hu <i>et al.</i> (2011); Lieder; Rashid (2016); Hens <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019);
EC14	Sistemas de fabricação mantêm o valor agregado dos produtos por maior tempo e eliminam o desperdício por meio do reuso, reparo ou reciclagem	Gao <i>et al.</i> (2006); Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Hens <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018);
EC15	A movimentação de materiais quando realizada por equipamentos que apenas utilizem energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis	Winans <i>et al.</i> (2017); Gopinath <i>et al.</i> (2018); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC16	Aumento da participação de recursos renováveis e recicláveis, bem como reusar materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil	Ghisellini <i>et al.</i> (2016); Hens <i>et al.</i> (2018); Kalmykova <i>et al.</i> (2018); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Walmsley <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019);
EC17	O setor PCP altera os fluxos lineares e ou semi circulares para fluxos (ciclos) fechados	Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);
EC18	Considera no programa de produção o foco na premissa de fechar ciclos, nas ações de correção de problemas promovendo a eliminação dos impactos ambientais	Lieder; Rashid (2016); Sousa-Zomer <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019);
EC19	Considera o uso de tecnologias que utilizam energias limpas, bem como, processam materiais de fontes renováveis	Li <i>et al.</i> (2010); Geng <i>et al.</i> (2012);
EC20	Utilização de matérias primas renováveis biológicas e de energia limpa	Li <i>et al.</i> (2010); Hu <i>et al.</i> (2011); Winans <i>et al.</i> (2017); Gopinath <i>et al.</i> (2018); Mendoza <i>et al.</i> (2019); Suarez-Eiroa <i>et al.</i> (2019);

Fonte: Autor

Em seguida são conceituadas as 20 práticas da economia circular extraídas de pesquisas relacionadas a produção mais limpa.

EC1 - Cogeração energia e utilizar energia limpa

As pesquisas de Li *et al.*, (2010); Ghisellini *et al.*, (2016); Winans *et al.*, (2017); Gopinath *et al.*, (2018); Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) sobre P+L concluíram sobre a oportunidade de reduzir o consumo de energia no sistema de produção por meio de cogeração de energia e uso de tecnologia limpa. Neste contexto, com base no conteúdo das pesquisas constatou-se que as indústrias promovem a cogeração de energia a partir da conversão de calor, eletricidade ou combustível e ocorre a substituição total de fonte energética obtida de combustíveis fósseis para energia solar, eólica ou biogás.

EC2 - Desenvolver o projeto do produto para minimizar o uso de insumos e recursos naturais por meio de reuso de embalagens em ciclo fechado

Os trabalhos de Hu *et al.*, (2011); Ghisellini *et al.*, (2016); Ghisellini *et al.*, (2018); Hens *et al.*, (2018) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) concluíram que as empresas devem considerar a oportunidade da redução de uso de embalagens nos projetos de produto com o objetivo de minimizar o uso de insumos e recursos naturais por meio de reuso de embalagens. Com isso, constatou-se no conteúdo das pesquisas sobre P+L que a preocupação não está apenas na minimização do uso de embalagens no projeto do produto, mas que estavam relacionados amplamente a implantação de ciclo fechado desde o desenvolvimento do projeto do produto visando reduzir impactos nos recursos naturais. Neste contexto, os novos projetos de produto ou os existentes são revisados e visam reduzir a quantidade de materiais consumidos incluindo embalagens. Além disso, promovem o uso de materiais renováveis ou recuperados (reutilização, reciclagem ou regeneração) evitando materiais perigosos ou compostos.

EC3 - Desenvolver o projeto do produto para reuso de águas residuais e resíduos sólidos gerados em ciclo fechado

As pesquisas de Hu *et al.*, (2011); Ghisellini *et al.*, (2016); Kalmykova *et al.*, (2018); Walmsley *et al.*, (2018) e Mendoza *et al.*, (2019) mencionam que a prática de P+L relacionada a desenvolvimento do projeto do produto visa promover o reuso de águas residuais e resíduos sólidos em ciclo fechado para eliminar o máximo a geração de resíduos e emissões no projeto do produto. Com isso, os novos projetos de produto ou os existentes são revisados e promovem a adoção de ciclo fechado pela transformação de rejeitos e de emissões gerados pelos sistemas de fabricação como recursos potenciais serem reutilizados como produtos e subprodutos úteis desde que não tóxicos. Dessa forma, provocam a eliminação de rejeitos e emissões de poluentes para o meio ambiente em ciclo fechado.

EC4 - Eliminar desperdícios de matérias-primas e insumos para minimizar o uso de insumos e recursos naturais

Outras pesquisas de Hu *et al.*, (2011); Kalmykova *et al.*, (2018); Ghisellini *et al.*, (2018); Sousa-Zomer *et al.*, (2018); Walmsley *et al.*, (2018); Mendoza *et al.*, (2019) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) indicaram que a prática de P+L associada a redução de desperdícios de matérias-primas e insumos, nesses trabalhos, visam minimizar o uso de insumos e recursos naturais. Com isso, o foco em eliminar desperdícios de matérias-primas e insumos com a preocupação da regeneração dos recursos naturais está relacionado a promover a circularidade do material o máximo possível.

EC5 - Maximizar as condições de trabalho que garantam processos de fabricação em ciclos fechados

Walmsley *et al.*, (2018) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) mencionaram que a prática de P+L que considera o treinamento para funcionários em programas de gestão ambiental precisam ser estendidos para todos os colaboradores, sendo um passo importante para maximização das condições de trabalho na indústria que visam eliminar desperdícios. Neste contexto, um dos desafios da indústria rumo a

adoção de práticas de EC está relacionado a criação de valor e da adoção de ciclos fechados no sistema de produção por meio de treinamentos em gestão ambiental com foco na circularidade para funcionários, *designers* e engenheiros de produto e de processo.

EC6 - Auditorias periódicas extraem maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados, além de buscar energia de fontes limpas ou por meio de cogeração

Geng *et al.* (2012) e Suarez-Eiroa *et al.* (2019) enfatizaram sobre a prática de P+L associada a auditorias ambientais no sistema de produção; porém com foco na otimização de recursos materiais e físicos o máximo possível em ciclo fechado, buscando a implantação de energia limpa e de processos de cogeração de energia. Com isso, nas indústrias o *staff* da administração por meio de auditorias periódicas tem como foco a assessoria e promoção de melhorias desempenho das funções e responsabilidades, de acordo com o planejamento e o programa de trabalho, avaliando se a organização, o departamento, as atividades, os sistemas, os controles, as funções ou as operações estão atingindo os objetivos. Neste contexto, fundamentado na EC, é importante que o foco das auditorias periódicas possa influenciar em maior valor econômico dos produtos fabricados, para isso deve ocorrer a otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados, possibilitando impulsionar a implantação de energias limpas e processos de cogeração de energia no sistema produtivo.

EC7 - Capacitar e conscientizar os funcionários na criação de valor no produto por meio do uso de ciclo fechado e pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida

Geng *et al.*, (2012); Lopez *et al.*, (2019) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) mencionaram que o treinamento consiste em atividade primordial para implantar P+L; porém a EC visa a capacitação e conscientização dos funcionários para a criação de valor no produto para extensão do ciclo de vida dos mesmos. Com isso, esse processo de conscientização em EC é mais intenso do que o proposto pela

P+L que promove a conscientização dos funcionários envolvidos nos programas de gestão ambiental para as questões ambientais. Neste contexto, esse processo de conscientização para ser implementado requer treinamentos específicos, com apoio técnico e ativa divulgação de informações que incentivem todos os funcionários da indústria a empregarem ciclos fechados para a extensão do ciclo de vida nas atividades e sistemas produtivos com foco para a criação de valor.

EC8 - Otimização do uso da água e aumento da eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais

As pesquisas de Gao *et al.*, (2006); Hu *et al.*, (2011); Geng *et al.*, (2012); Ghisellini *et al.*, (2018); Kalmykova *et al.*, (2018); Sousa - Zomer *et al.*, (2018) e Lopez *et al.*, (2019) tratam sobre a prática de P+L para promover uso eficiente de água no sistema de produção; porém enfatiza sobre estabelecer o ciclo fechado da água por meio de planejamento, revisão dos projetos existentes e administração racional com enfoque na redução do consumo de água e no reuso de águas residuais, bem como, na sua conservação e preservação. Com isso, visa-se sempre a aplicação em ciclos fechados deste insumo e com aumento da eficácia dos tratamentos de efluentes ao longo do processo fabril. Neste contexto, essa prática de EC melhora os resultados se comparada com a prática de P+L relacionado ao uso eficiente de água em que são requeridas ações preventivas para evitar vazamentos e adoção de sistemas de reutilização de água residual pós tratamento.

EC9 - Os fornecedores utilizam em seus sistemas produtivos ciclos fechados para os materiais e fluxos de energia renováveis e principalmente utilizam embalagens vai e vem (reuso) eliminando a geração de resíduos

Gao *et al.*, (2006); Hens *et al.*, (2018); Souza-Zomer *et al.*, (2018) e Walmsley *et al.*, (2018) enfatizam sobre a prática de P+L relacionada a seleção de fornecedores que tem práticas ambientais, considerando inclusive no processo de desenvolvimento de produto. Ressalta-se que nesses trabalhos há uma preocupação sobre a seleção e homologação de fornecedores pelas indústrias que promovam mudanças em suas estruturas e nos sistemas produtivos; que garantam a eliminação dos padrões anteriores alterando-os para o uso de ciclos fechados nos

processos que envolvam materiais e embalagens; e pelo uso de energia limpa. Neste contexto, os fornecedores poderiam promover a circularidade de materiais, embalagens e energias, sendo mais voltado aos princípios da economia circular.

EC10 - *Layout* apropriado para o processamento em ciclo fechado visando a eliminação na geração de resíduos e flexibilização dos sistemas produtivos para desmontagem e reuso dos componentes remanufaturados

Hu *et al.*, (2011); Geng *et al.*, (2012) e Winans *et al.*, (2017) pesquisaram sobre a prática de P+L relacionada ao *layout* da fábrica, que requer a facilitação e manuseio operacional com enfoque no uso eficiente dos materiais, contribuindo com a minimização de impactos ambientais; porém as pesquisas mencionaram sobre *layout* fabris em ciclo fechado, considerando que o *layout* deve ser observado na concepção de uma planta nova ou realinhado em razão da adoção de ciclo fechado viabilizando a regeneração, reuso e flexibilização para recuperação dos produtos não conformes, incluindo a valorização de produtos remanufaturados. Com isso, é importante a implantação de *layout* fabril para promover a circularidade do material no processo de produção e remanufatura.

EC11 - Otimização tecnológica na seleção de equipamentos / máquinas para minimização / eliminação na geração de resíduos e emissões de gases

Hu *et al.*, (2011); Geng *et al.*, (2012) e Mendoza *et al.*, (2019) relataram sobre a prática de P+L associada a consideração das questões ambientais para a seleção de equipamentos / máquinas; porém consideram a inserção de requisitos de otimização tecnológica para seleção de novas máquinas e/ou equipamentos industriais que promovam a melhoria de processos tornando-os mais eficientes, confiáveis e adequados a eliminação de geração de resíduos e poluentes para promover a circularidade de materiais no sistema de produção. Neste contexto, sugere-se a adoção de tecnologias limpas para contribuir com o aumento da circularidade de material.

EC12 - O projeto de produtos foca em sistemas de fabricação de ciclo fechado para eliminar a geração de resíduos por meio de remanufatura e reuso de materiais, insumos e embalagens

Ghisellini *et al.*, (2016); Ghisellini *et al.*, (2018); Hens *et al.*, (2018); Kalmykova *et al.*, (2018); Sousa-Zomer *et al.*, (2018); Walmsley *et al.*, (2018) e Mendoza *et al.*, (2019) enfatizaram que o projeto dos produtos, na concepção de P+L, deve considerar as possibilidades de reciclagem e reutilização de materiais e embalagens, visando a minimização do descarte; porém nesses estudos foi mencionado a importância em desenvolver o produto visando possibilidades de reaproveitamento dos fios/tecidos/produtos (sobras); dos insumos e embalagens que são gerados ou utilizados ao longo do processo de fabricação viabilizando a regeneração, a reutilização ou recuperação e de reciclagem ao final do seu ciclo de vida. Com isso, promove a regeneração dos materiais e embalagens no projeto do produto, denotando uma prática de EC.

EC13 - Eliminação do uso de materiais tóxicos, promovendo a redução dos níveis de emissões de poluentes nos processos de produção

Os estudos de Hu *et al.*, (2011); Lieder; Rashid (2016); Hens *et al.*, (2018); Sousa-Zomer *et al.*, (2018) e Mendoza *et al.*, (2019) relacionaram a prática de P+L sobre a substituição por matérias primas de baixo índice de toxicidade e com propriedades que não afetem o meio ambiente quando de seu descarte com a indústria promover estratégias de desenvolvimento técnico/laboratorial e com fornecedores de materiais mais limpos para eliminar o uso de materiais tóxicos nos processos de fabricação. Neste contexto, promove a economia circular porque o produto é concebido em laboratório técnico/laboratorial para eliminar de fato o uso de materiais tóxicos, de maneira proativa, além de selecionar fornecedores que possam entregar materiais e componentes sem toxicidade.

EC14 - Sistemas de fabricação mantêm o valor agregado dos produtos por maior tempo e eliminam o desperdício por meio do reuso, reparo ou reciclagem

As pesquisas de Gao *et al.*, (2006); Ghisellini *et al.*, (2016); Hens *et al.*, (2018); Sousa-Zomer *et al.*, (2018) e Walmsley *et al.*, (2018) enfatizaram sobre a prática de P+L relacionada a seleção dos sistemas de fabricação para considerar aspectos ambientais por meio do uso eficiente dos recursos e insumos; porém nesses estudos apresentam que o sistema de fabricação deverá garantir que o produto propicie valor percebido junto ao cliente que se disponha a despendar (monetariamente, temporalmente, entre outros fatores) para receber um benefício ambiental e social. Portanto, para promover a circularidade do material é importante utilizar um sistema de fabricação mais apropriado, visando eliminar desperdícios por meio de reuso, reparo e reciclagem.

EC15 - A movimentação de materiais quando realizada por equipamentos que apenas utilizem energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis

Winans *et al.*, (2017); Gopinath *et al.*, (2018) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) mencionaram que a prática de P+L limita ou até otimiza o uso dos recursos energéticos tais como energia elétrica, vapor e combustíveis fósseis para os transportes de materiais empregados no processo fabril; por outro lado, nessas pesquisas os autores enfatizaram sobre o processo de movimentar de modo eficiente os produtos internamente e externamente à planta industrial por equipamentos ambientalmente amigáveis, que utilizem energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis. Com isso, com o uso de energias limpas e recursos renováveis no processo de movimentação de materiais contribui com os princípios da economia circular.

EC16 - Aumento da participação de recursos renováveis e recicláveis, bem como reusar materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil

Os trabalhos de Ghisellini *et al.*, (2016); Hens *et al.*, (2018); Kalmykova *et al.*, (2018); Sousa-Zomer *et al.*, (2018); Walmsley *et al.*, (2018) e Mendoza *et al.*, (2019) mencionaram sobre a prática de P+L relacionada a redução do uso dos recursos naturais e/ou de fontes não renováveis nos processos de produção; porém foi enfatizado sobre a regeneração, reutilização, recuperação e reciclagem para que estes materiais no final da vida útil sejam a base para o desenvolvimento de novos produtos no parque industrial, Neste contexto, essa preocupação está em aumentar a participação de recursos renováveis e recicláveis, bem como reusar materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil, contribuindo com a circularidade do material.

EC17 - O setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP) altera os fluxos lineares e ou semi-circulares para fluxos (ciclos) fechados

Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) conclui que a prática de P+L que preconiza que o PCP considere a maximização dos materiais disponíveis, evitando o desperdício, retrabalho e aumento de emissões deve alterar os fluxos lineares e ou semi-circulares para fluxos fechados. Com isso, o PCP deve inserir nas operações a utilização de fluxos circulares para o reaproveitamento de materiais regenerados, de reuso, recuperados ou reciclados no sistema fabril. Neste contexto, os gestores de PCP planejam processos de fabricação em ciclo fechado, garantindo a circularidade dos materiais o máximo possível

EC18 - Considera no programa de produção o foco na premissa de fechar ciclos, nas ações de correção de problemas promovendo a eliminação dos impactos ambientais

Os trabalhos de Lieder; Rashid, (2016); Sousa-Zomer *et al.*, (2018) e Mendoza *et al.*, (2019) mencionam que a prática de P+L que visa o acompanhamento e controle do processo de fabricação por meio de cronograma de medidas preventivas para redução de problemas ambientais ocasionados durante a produção devem considerar nesse programa de produção os cronogramas para promover o reuso de produtos após a recuperação ou reciclagem nos processos produtivos para promover a circularidade de materiais no sistema de produção. Neste contexto, sugere-se considerar no programa de produção a eliminação de impactos ambientais por meio de reciclagem, reuso e recuperação de materiais no sistema de produção. E com base no plano de produção, sugere-se controlar esses processos por meio de indicadores de desempenho para eliminar impactos ambientais.

EC19 - Considera o uso de tecnologias que utilizam energias limpas, bem como, processam materiais de fontes renováveis

As pesquisas de Li *et al.*, (2010) e Geng *et al.*, (2012) mencionaram sobre a prática de P+L, que visa estudar a capacidade de produção para utilizar tecnologias de energia limpa e eficiente; porém sugere-se empregar nas indústrias processos de fabricação que agregam a energia renovável, sendo originada de recursos naturais, por meio do sol, vento, chuva, marés e energia geotérmica. Com isso, as empresas poderiam deixar de usar energia obtida pelo urânio (atômica), carvão e petróleo. Ressalta-se que buscar tecnologias que utilizam recursos renováveis não é uma tarefa fácil para os gestores organizacionais, principalmente porque são mais custosas dos que as convencionais, mas para promover a economia circular no nível micro (produção) é inevitável.

EC20 - Utilização de matérias primas renováveis biológicas e de energia limpa

Li *et al.*, (2010); Hu *et al.*, (2011); Winans *et al.*, (2017); Gopinath *et al.*, (2018); Mendoza *et al.*, (2019) e Suarez-Eiroa *et al.*, (2019) concluíram que a prática de P+L que considera a seleção de matérias-primas alternativas e do uso racional de energia para a redução do impacto ambiental deve buscar matérias-primas e energia de fontes renováveis, eliminando o uso de matérias-primas não renováveis e de energia obtida de combustíveis fósseis. Com isso, o foco principal é a promoção de processos com menores taxas de geração de poluentes e resíduos, contribuindo com os princípios da economia circular.

Portanto, na literatura científica foram constatadas 20 práticas de EC relacionados as práticas de P+L, denotando uma mudança na implantação dessas práticas na prática organizacional, porque as práticas de P+L possuem abordagem linear com preocupação preventiva e de redução da poluição, do consumo de recursos naturais e atendimento a legislação; enquanto que as práticas da EC implantadas no sistema de produção tem característica de fluxos (ciclos) fechados mais voltados para a eliminação de resíduos visando sua regeneração com completude para utilizar recursos de fontes renováveis, em termos de matérias-primas e energia. Para essas práticas de EC implantadas no sistema de produção constatou-se o foco em promover a circularidade do material o máximo possível.

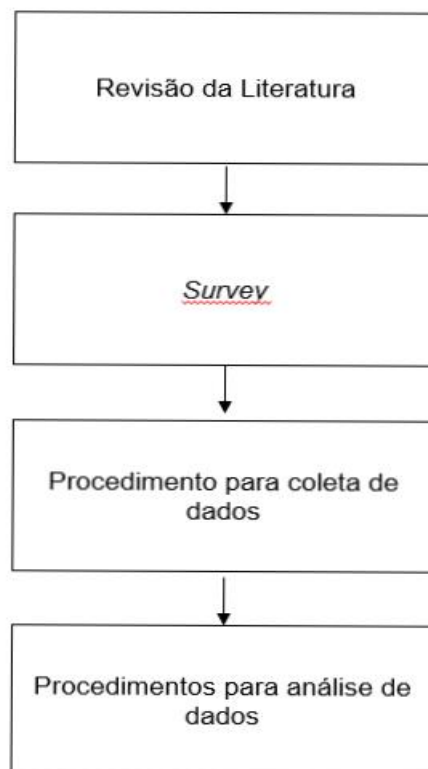
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Neste capítulo é apresentada a metodologia utilizada para o desenvolvimento deste estudo.

3.1 ESTRUTURA DE PESQUISA

Este trabalho seguiu as quatro etapas apresentadas na figura 2 abaixo para desenvolver os métodos que viabilizaram a obtenção dos resultados.

Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos para desenvolvimento deste estudo



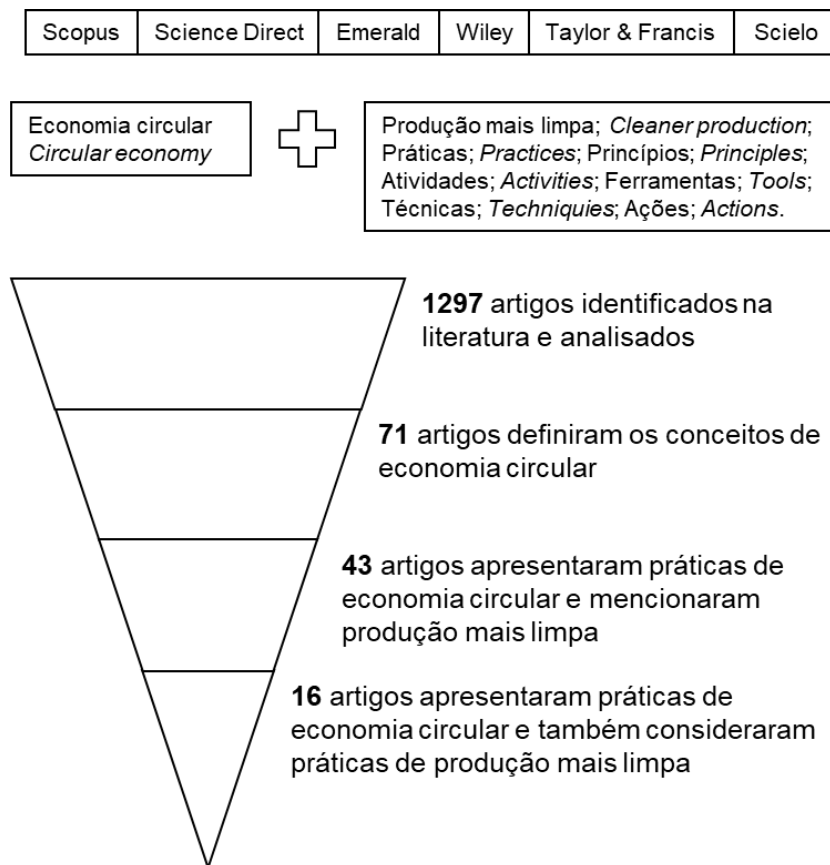
Fonte: o autor

3.1.1 REVISÃO DA LITERATURA

Com o objetivo de identificar na literatura os trabalhos que definiram as práticas de economia circular relacionadas com as práticas de produção mais limpa, foi realizada uma ampla pesquisa utilizando a combinação de dois grupos de termos de pesquisa, conforme apresentado na figura 3 abaixo. É importante ressaltar que foram considerados os termos de pesquisa nos idiomas inglês e português.

O primeiro grupo foi constituído pelos seguintes termos: economia circular; *circular economy*; produção mais limpa e *cleaner production*. Por sua vez, o segundo grupo foi constituído pelos seguintes termos de pesquisa: práticas; *practices*; princípios; *principles*; ferramentas; *tools*; técnicas; *techniques*; ações; *actions*; atividades; *activities*.

Figura 3: Identificação dos artigos relevantes para este trabalho



Fonte: o autor

Este trabalho selecionou 6 diferentes bases de pesquisa de trabalhos científicos para garantir uma maior amplitude na etapa de identificação dos artigos. As bases de pesquisa consideradas foram: Scopus, Science Direct; Emerald; Wiley; Taylor & Francis e Scielo. Desta forma, foi possível identificar na literatura 1297 artigos.

A primeira etapa de triagem destes artigos foi identificar e retirar os artigos repetidos. Além disso, foram considerados os artigos publicados nos idiomas inglês e português.

A segunda etapa de triagem destes artigos foi desenvolvida por meio de uma análise preliminar do título, resumo e palavras-chaves e teve por objetivo selecionar somente os trabalhos que mencionaram práticas de economia circular ou práticas de produção mais limpa. Por fim, a conclusão destas análises possibilitou selecionar 71 artigos.

A terceira etapa de triagem destes artigos foi desenvolvida por meio de uma análise preliminar do título, resumo e palavras-chave e teve por objetivo selecionar somente os trabalhos que consideraram porte da empresa. Esta etapa possibilitou selecionar 43 artigos.

A quarta etapa de triagem foi desenvolvida por meio de uma análise de conteúdo. De acordo com Bryman (2003), esta etapa é importante por definir e lapidar os constructos teóricos e fundamentar as estruturas do trabalho. Esta etapa possibilitou identificar 16 artigos que definiram e apresentaram práticas de economia circular e produção mais limpa, além de mencionar porte da empresa.

É importante mencionar que esta revisão da literatura não identificou trabalhos que relacionaram práticas de economia circular com práticas de produção mais limpa considerando porte da empresa.

3.1.2 *SURVEY*

Este estudo foi desenvolvido nas indústrias do setor têxtil localizadas no Brasil e utilizou o método *survey* para identificar o grau de implantação das práticas de EC considerando o porte das indústrias.

A realização de pesquisas *survey* possibilita a confirmação ou não de maneira estatística as hipóteses do estudo, sendo adequado para a aplicação de pesquisa quantitativa (THIETART, 2001; FORZA, 2002).

Dessa forma, foram aplicados questionários estruturados para analisar padrões e relacionamentos entre variáveis devidas ter sido adotado o método de pesquisa *survey* e foi possível a realização de análises estatísticas (BRYMAN, 2003).

Ao adotar o método *survey*, este estudo seguiu três etapas: delimitação do universo de pesquisa e determinação do tamanho da amostra, realização de pré-testes para verificação da validade e confiabilidade do instrumento de pesquisa e dos dados, aplicação da *survey* no universo e amostra delimitada (FORZA, 2002).

Os questionários consideraram a escala do Likert de 5 pontos para determinar o grau de implantação de cada uma das práticas de P+L para as pequenas, médias e grandes indústrias.

A escala Likert é empregada em questionários de pesquisa de opinião, de maneira que os próprios respondentes pontuam sua concordância ou discordância em relação a cada determinada afirmação (LIKERT, 1932).

3.1.3 PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

A etapa de validação do instrumento de pesquisa foi realizada por meio de um teste de face. As variáveis foram revisadas e validadas por especialistas no setor têxtil e com conhecimento em economia circular.

A coleta de dados quantitativa, após a identificação da lacuna de pesquisa (CRESWELL, 2009), para avaliação da transição do grau de implantação das práticas de P+L para a EC por porte das indústrias têxteis localizadas no Brasil foram realizadas no período dos meses de janeiro a março de 2020.

O cálculo do tamanho mínimo da amostra foi realizado por meio do software GPower 3.1.9.7 (FAUL *et al.*, 2009). No entanto, foi necessário determinar o tamanho do efeito e o poder do teste.

A determinação do tamanho do efeito foi realizada com base no teste F. Este tipo de teste costuma ser utilizado por possibilitar a análise da relação entre a variação das médias da amostra e a variação dentro da amostragem. De acordo com Cohen (1988) um efeito pequeno ocorre quando o valor calculado de F é próximo 0,02.

Da mesma forma, um efeito moderado ocorre quando o valor calculado é próximo de 0,15 e um efeito grande quando o valor calculado é próximo ou maior do que 0,35.

Portanto, este trabalho considerou as orientações de Hair Jr *et al.* (2016) e adotou o tamanho do efeito de 0,15.

A determinação do poder do teste foi realizada considerando o nível de significância de 0,05, ou seja, o grau de confiança de 95%. É importante mencionar que Cohen (1988) analisou a relação das pesquisas científicas de incorrer no erro tipo I, rejeição da hipótese verdadeira, e erro tipo II, aceitação da hipótese falsa.

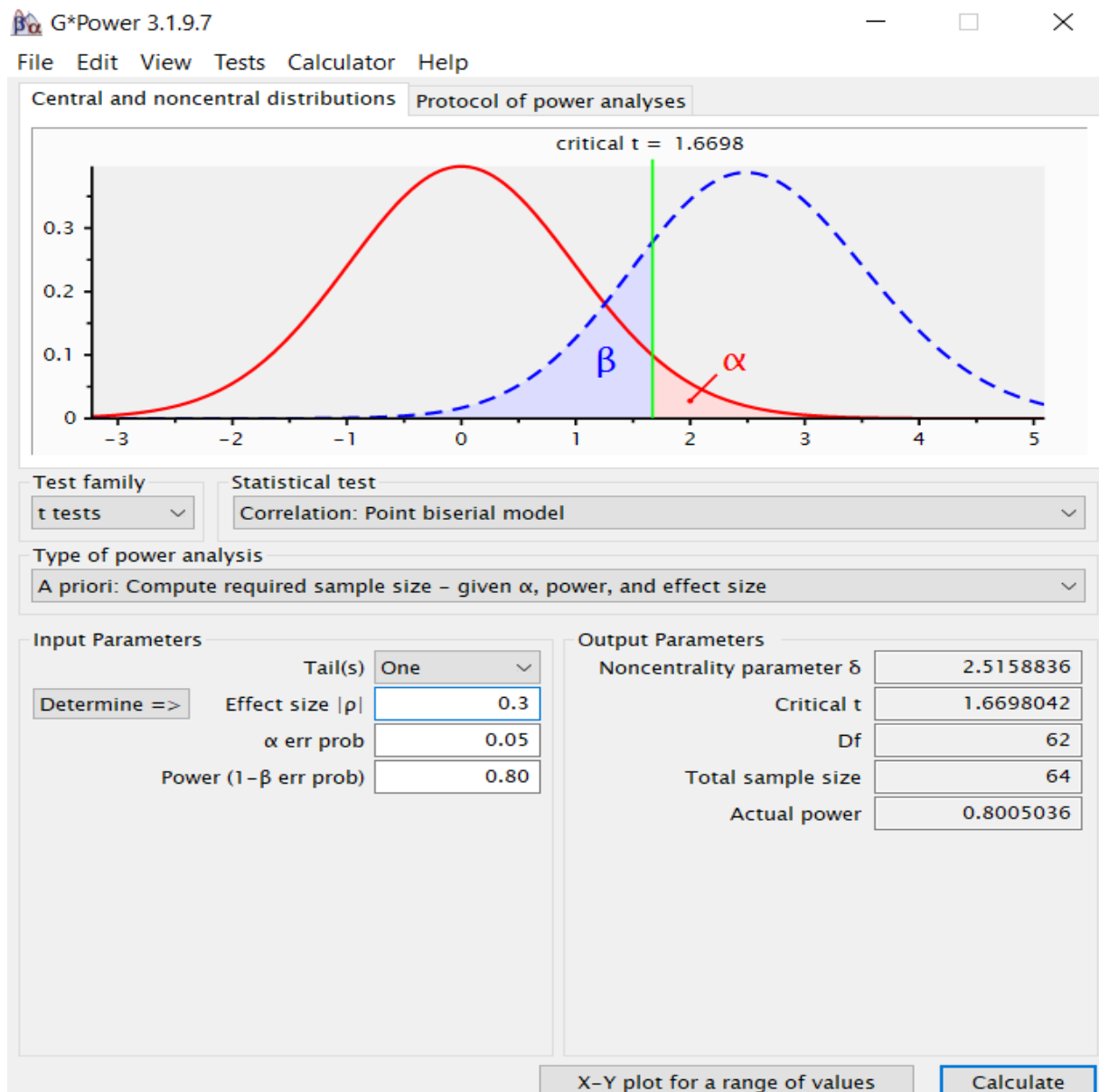
A conclusão desta análise foi que as pesquisas científicas apresentam maior risco de incidir no erro tipo I do que no tipo II.

Portanto, este trabalho considerou as orientações de Hair Jr *et al.* (2016) e adotou o poder do teste de 0,80.

A partir da definição destes valores de entrada, foi possível realizar o cálculo do valor mínimo do tamanho da amostra.

O resultado deste cálculo foi apresentado na figura 4 abaixo, deste modo foi constatado a necessidade de obter 64 questionários respondidos para que o modelo pretendido fosse capaz de detectar os efeitos investigados.

Figura 4: Teste do tamanho amostral mínimo



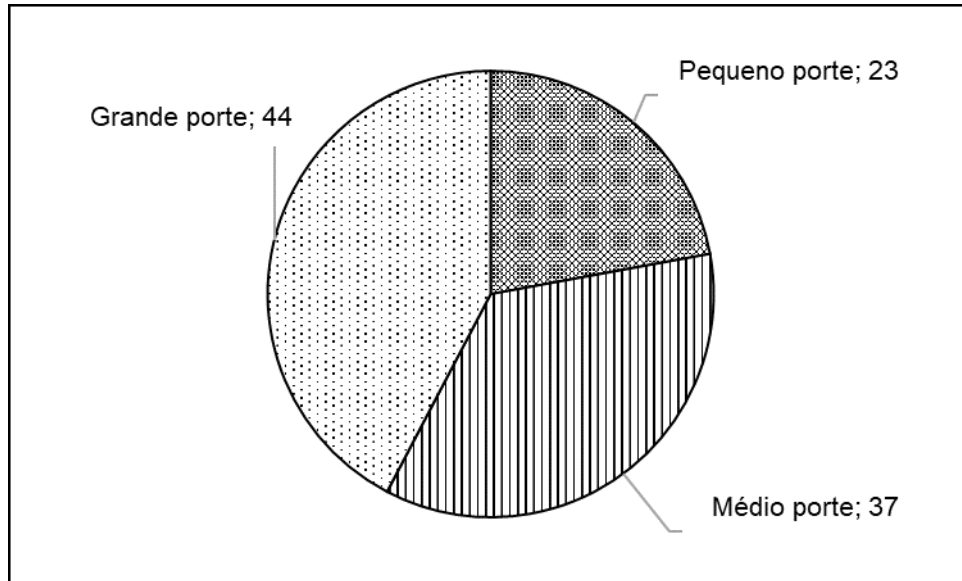
Fonte: Interface software G*Power versão 3.1.9.7 (Faul et al., 2009)

Esta pesquisa obteve 104 questionários respondidos, este valor representou 37% de todos os questionários enviados.

A etapa de recebimento dos questionários durou cerca de três meses e somente foi possível após a realização de follow-ups periódicos.

A distribuição dos dados quanto ao porte das empresas foi apresentada na figura 5 a seguir.

Figura 5: Estatística descritiva das empresas respondentes por porte



Fonte: o autor

A análise preliminar dos dados recebidos indicou um desbalanceamento em relação ao porte, uma vez que foram coletados questionários devidamente preenchidos de 44 grandes empresas, de 37 empresas de médio porte e 23 empresas de pequeno porte.

Estes dados foram armazenados e tratados por meio de uma planilha no MS Excel devido a possibilidade de aplicar a ferramenta ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) para realizar os cálculos necessários.

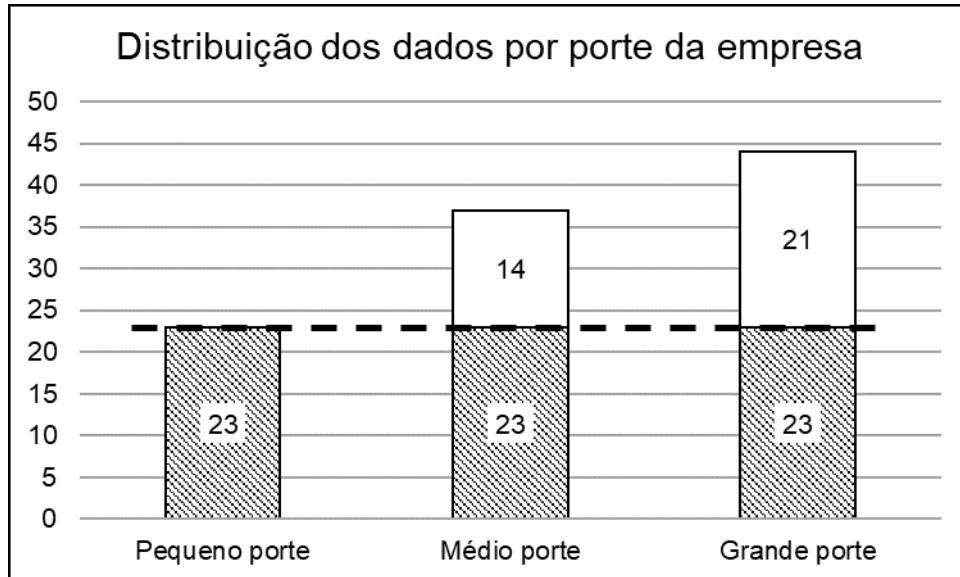
3.1.4 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados coletados foi realizada primeiramente por meio da observação da qualidade dos dados, logo após foi analisada a relação entre variáveis e, por fim, realizado os tratamentos necessários nos dados (HAIR *et al.*, 2006).

A etapa de tratamento dos dados permitiu constatar o desbalanceamento dos dados. Deste modo, foi verificada possibilidade de realizar o tratamento da amostragem com o intuito de adequar ao balanceamento, visto que a aplicação de ferramentas estatísticas em dados desbalanceados requer uma maior quantidade de etapas para obter-se os resultados almejados (GOOD, 2013).

A partir da análise dos dados amostrais foi observado que cada um dos três grupos relacionados ao porte das empresas poderia ter, no máximo, 23 questionários respondidos por empresa, conforme apresentado na figura 6 a seguir.

Figura 6: Balanceamento dos dados das empresas respondentes por porte



Fonte: o autor

Deste modo, foram selecionados de forma aleatória 23 questionários respondidos por empresas de grande porte. Da mesma forma, foram selecionados de forma aleatória 23 questionários respondidos por empresas de médio porte. Por fim, foram selecionados todos os 23 questionários respondidos pelas empresas de pequeno porte.

Portanto, o tamanho da amostra foi reduzido de 104 para 69 questionários respondidos. Vale destacar que somente foi possível realizar o balanceamento dos dados pois o tamanho mínimo da amostra cálculo permaneceu sendo respeitado.

Em relação, a comparação do grau de implantação das práticas de EC em relação ao porte das indústrias que compuseram a amostra foi realizada ANOVA (STHLE; WOLD, 1989).

Os pressupostos para a realização da ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) é a confirmação da normalidade e homogeneidade das variâncias das variáveis de pesquisa.

Para testar a normalidade das práticas de EC foram avaliados os valores de Skewness e Kurtosis, uma variável está normalmente distribuída quando os valores de Skewness estiverem situados entre -1,0 e +1,0, e os valores de Kurtosis

estiverem abaixo de 2,0. Para testar a homogeneidade das práticas de P+L foi realizado o teste de Levene (HARLOW, 2005). Este trabalho analisou a normalidade dos dados antes e depois da etapa de balanceamento e o resultado, conforme esperado, foi o mesmo.

A partir dos resultados dos testes foi possível selecionar a ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) para observar o grau de implantação de práticas de P+L em relação ao porte das indústrias. A ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) é um método estatístico capaz de testar a igualdade de duas ou mais médias populacionais a partir da análise de variância amostrais (TRIOLA, 2008).

A interpretação dos dados resultante do grau de implantação é direta, como foram considerados o intervalo de 1 até 5. O critério adotado para a avaliação do grau de implantação das práticas de P+L nas indústrias, agrupadas pelo porte é de grau baixo se o valor foi de até 1,70; se o valor resultante estiver localizado no intervalo de 1,75 até 3,30 o grau de implantação é considerado intermediário e por fim se valor resultante for superior a 3,35 irá representar grau alto de implantação de práticas de P+L.

Dessa maneira, a ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) viabiliza por meio da análise das variâncias a comparação das práticas de EC permitindo a constatação de existência das relações entre as práticas de EC com o grau de implantação por porte das indústrias. Com a adição de estatística descritiva para a avaliação destas relações proporcionará o agrupamento e ordenação das práticas de EC mais significativas relativas ao grau de implantação e do porte das indústrias.

Ressalta-se que nesse processo foram comparados os resultados do grau de implantação das práticas de EC relacionadas P+L, onde a população foi definida como indústrias têxteis localizadas no Brasil e classificadas por porte das empresas. Desta forma, este estudo calculou o grau de implantação das práticas de EC visando responder a seguinte pergunta: Como está a transição das práticas de P+L para EC por porte de indústrias têxteis localizadas no Brasil?

Outro aspecto relevante, que foi considerado um artigo publicado que determinou o grau de implantação das práticas de P+L por porte de indústria têxtil, sendo o ponto de partida para verificar a transição.

CAPÍTULO 4 – RESULTADOS – GRAU DE IMPLANTAÇÃO DE ECONOMIA CIRCULAR POR PORTE DE INDÚSTRIA TÊXTIL LOCALIZADA NO BRASIL

Para avaliar o grau de implantação das práticas de EC nas indústrias têxteis por porte foi rodado o programa da ANOVA (STHLE; WOLD, 1989), mesmo procedimento adotado para a avaliação do grau de implantação das práticas de P+L para as indústrias deste segmento. Os pressupostos da realização do ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) foram a verificação de normalidade e homogeneidade das variâncias das variáveis.

Para testar a normalidade das práticas de EC foram avaliados os valores de Skewness e Kurtosis. Segundo Harlow (2005) uma variável está normalmente distribuída quando os valores de Skewness estiverem situados entre -1,0 e +1,0, e os valores de Kurtosis estiverem abaixo de 2,0.

Observando a Quadro 2, pode-se admitir que as práticas de EC apresentaram distribuição normal, uma vez que a totalidade dos valores de Skewness estão no intervalo descrito. Em relação a Kurtosis, todos os valores foram considerados satisfatórios, conforme descrito na Quadro 2.

Quadro 2 – Avaliação de normalidade do grau de implantação das práticas de economia circular

Cod.	Teste de Normalidade	
	Skewness	Kurtosis
EC1	0,29	-1,23
EC2	-0,05	-1,07
EC3	-0,48	-0,45
EC4	-0,86	0,26
EC5	-0,55	-1,15
EC6	-0,17	-1,48
EC7	-0,30	-1,62
EC8	-0,50	-1,52
EC9	0,86	-1,13
EC10	1,00	-0,62
EC11	0,84	-1,21
EC12	0,94	-0,88
EC13	0,91	-0,96
EC14	0,86	-1,13
EC15	0,86	-1,13
EC16	0,93	-0,94
EC17	0,94	-0,94
EC18	0,95	-0,82
EC19	0,82	-1,26
EC20	0,97	-0,83

Fonte: o autor

Para testar a homogeneidade das variâncias, foi usado o teste de Levene, revelando que 66% das variáveis apresentavam variâncias diferentes. Dessa forma, para comparação do grau de implantação das práticas de EC em função do porte das indústrias realizou-se a ANOVA (STHLE; WOLD, 1989) seguido do teste de Tamhane, uma vez que a pressuposição de homogeneidade das variâncias foi violada e em função dos grupos apresentarem tamanhos diferentes.

De maneira geral, o grau de implantação das práticas de EC é afetado pelo porte das indústrias. A comparação do grau de implantação das práticas de EC em função do porte também foi testada de forma multivariada. Os resultados do Teste de Pillai (0,0017; F=2,4812) revelaram que as práticas, como um todo, também diferem em função do porte.

Desta forma, o Quadro 3 apresenta as estatísticas descritivas do grau de implantação das práticas de EC em função do porte, em que são observadas que as indústrias de grande porte apresentam maior grau de implantação das práticas de EC quando comparadas às PMEs, de acordo com as estatísticas apresentadas.

Quadro 3 - Avaliação de homogeneidade do grau de implantação das práticas de economia circular

Cod.	Mediana			Min. Max.		Min. Max.		Min. Max.		Grau de Implantação		
	P	M	G	P	Max.	M	Max.	G	Max.	P	M	G
P3/EC1	2	3	4	1	2	2	4	2	5	1,80	3,00	3,95
P7/EC2	2	3	4	1	4	1	4	2	5	2,40	2,65	4,10
P15/EC3	3	3	4	1	4	2	4	4	5	2,55	3,20	4,45
P16/EC4	4	4	4	2	4	2	4	3	5	3,40	3,60	4,10
P19/EC5	3	3	4	2	4	2	4	3	4	3,00	3,20	3,65
P17/EC6		3	4			1	4	1	5		2,95	3,80
P18/EC7		4	4			1	4	1	5		3,35	3,90
P20/EC8		4	4			3	5	4	5		3,85	4,35
P1/EC9			3					2	4			3,30
P2/EC10			3					2	5			3,55
P4/EC11			5					3	5			4,40
P5/EC12			4					2	5			3,75
P6/EC13			4					3	5			3,80
P8/EC14			4					3	5			4,20
P9/EC15			4					3	5			4,20
P10/EC16			4					2	5			4,05
P11/EC17			4					2	5			4,05
P12/EC18			4					2	5			3,70
P13/EC19			4					3	4			3,55
P14/EC20			4					2	5			3,80

Fonte: o autor

Depois, foi verificado o valor médio das práticas de P+L em relação ao valor médio das práticas de EC, que variam de 1 a 5, conforme a escala *Likert* utilizada no *survey*, possibilitando avaliar como está essa transição por porte de empresa. Ressalta-se que foi considerado a pesquisa de Oliveira Neto *et al.* (2020), que determinou o grau de implantação das práticas de P+L por porte de indústria têxtil, sendo o ponto de partida para verificar a transição. Assim, foi possível avaliar a transição existente nas indústrias têxteis relativas entre o grau de implantação das práticas de P+L com a EC, conforme apresentado no Quadro 4.

Os resultados mostraram que as indústrias têxteis de pequeno porte localizadas no Brasil estão transitando para a EC nas 5 práticas de P+L com grau alto de implantação.

A eliminação de desperdícios de matérias primas e de insumos é a prática da EC que estas indústrias apresentam um alto grau de implementação (3,40). Isso ocorre pela integração de questões ambientais no projeto e da evolução do uso eficiente dos insumos e matérias primas, que é uma das práticas de P+L com alto grau de implementação (4,80). Com isso, as indústrias estão obtendo maior economia de materiais e energia em seus processos de fabricação e na recuperação e ou tratamento de resíduos.

Além disso, a prática de P+L que foca em melhorias nas condições de trabalho para reduzir o desperdício (4,50) evoluíram para a maximização nos processos de fabricação em ciclos fechados (3,00) para eliminar a geração de resíduos e desperdícios, porém ainda requerem o estabelecimento de padrões e de otimização das taxas de regeneração. Com a eliminação das perdas, os retrabalhos e descartes diminuem, estas indústrias melhoram a produtividade e conseguem um custo de produto compatível com o mercado.

A incorporação do práticas da EC de reutilização de embalagens (2,40) e de reuso de águas residuais e dos resíduos sólidos (2,55) com foco no ciclo fechado nas revisões do projeto de fabricação nas indústrias têxteis de pequeno porte denotaram evolução perante as práticas de P+L de buscar oportunidades para reduzir o uso de embalagens (3,70) e o de minimizar a geração de resíduos e emissões nos sistemas produtivos (4,60), entretanto esta implantação ainda carece de desenvolver junto aos fornecedores a aquisição de embalagens com maior durabilidade com custo idêntico as atuais e de investimentos em equipamentos com mais tecnologia para o tratamento das águas residuais e dos resíduos gerados.

Quadro 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis

Fonte: Oliveira Neto, Tucci, Correia, Silva, Ganga et al. 2020					Fonte: Resultados dessa pesquisa			
Cód	Práticas de P+L	Pequena	Médio	Grande	Práticas EC	Pequena	Médio	Grande
P3	Uso eficiente de energia e tecnologias para minimização de consumo de energia	4,8	4,7	4,6	Cogerar energia e utilizar energia limpa	1,8	3	3,95

Fonte: o autor

Continuação Quadro 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis

Fonte: Oliveira Neto, Tucci, Correia, Silva, Ganga et al. 2020					Fonte: Resultados dessa pesquisa			
Cód	Práticas de P+L	Pequena	Médio	Grande	Práticas EC	Pequena	Médio	Grande
P7	Considera a oportunidade de redução do uso de embalagem no projeto do produto	3,7	4,6	4,6	Desenvolver o projeto do produto para minimizar o uso de insumos e recursos naturais por meio de reuso de embalagens em ciclo fechado	2,4	2,65	4,1
P15	Minimiza/elimina a geração de resíduos e emissões no sistema de produção	4,6	4,6	4,5	Desenvolver o projeto do produto para reuso de águas residuais e resíduos sólidos gerados em ciclo fechado	2,55	3,2	4,45
P16	Uso eficiente de matéria-prima e insumos, evitando desperdícios	4,8	4,5	4,5	Eliminar desperdícios de matérias-primas e insumos para minimizar o uso de insumos e recursos naturais	3,4	3,6	4,1
P19	Melhorar as condições de trabalho para reduzir o desperdício	4,5	4,6	4,7	Maximizar as condições de trabalho que garantam processos de fabricação em ciclos fechados eliminando a geração de resíduos e desperdícios	3	3,2	3,65
P17	Considera a Produção Mais Limpa intrínseco ao sistema de gestão ambiental, com auditorias periódicas, visando melhorias contínuas	1,4	3,9	4,6	Auditorias periódicas extraem maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração com vantagens ambientais		2,95	3,8
P18	Melhorar a consciência ambiental dos funcionários por meio de capacitação	1,4	3,8	4	Capacitar e conscientizar os funcionários na criação de valor do produto por meio do uso de ciclo fechado e pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida		3,35	3,9

Fonte: o autor

Continuação Quadro 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis

Fonte: Oliveira Neto, Tucci, Correia, Silva, Ganga et al. 2020					Fonte: Resultados dessa pesquisa			
Cód	Práticas de P+L	Pequena	Médio	Grande	Práticas EC	Pequena	Médio	Grande
P20	Uso eficiente da água	1,3	4,1	4,3	Otimização do uso da água e aumento da eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais		3,85	4,35
P1	As questões ambientais são consideradas durante a seleção de fornecedores	1,2	1,4	4,6	Os fornecedores aplicam em seus sistemas produtivos ciclos fechados para os materiais e fluxos de energia renováveis e principalmente utilizam embalagens vai e vem (reuso) eliminando a geração de resíduos			3,3
P2	As questões ambientais são vistas no da fábrica	1,1	1,4	4	Layout apropriado para o processamento em ciclo fechado visando a eliminação na geração de resíduos e flexibilização dos sistemas produtivos para desmontagem e reuso dos componentes remanufaturados			3,55
P4	As questões ambientais são consideradas na seleção de equipamentos / máquinas para a produção dos produtos	1,2	1,3	4,5	Otimização tecnológica na seleção de equipamentos / máquinas para minimização / eliminação na geração de resíduos e emissões de gases			4,4
P5	Possibilidades de reciclagem e reutilização de materiais e embalagens são consideradas no projeto de produtos	1,3	1,3	4,8	O projeto de produtos foca em sistemas de fabricação de ciclo fechado para eliminar a geração de resíduos por meio de remanufatura e reuso de materiais, insumos e embalagens			3,75

Fonte: o autor

Continuação Quadro 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis

Fonte: Oliveira Neto, Tucci, Correia, Silva, Ganga et al. 2020					Fonte: Resultados dessa pesquisa			
Cód	Práticas de P+L	Pequena	Médio	Grande	Práticas EC	Pequena	Médio	Grande
P6	Ocorre a substituição dos materiais/componentes por não tóxicos e não poluentes	1,1	1,3	4,6	Eliminação do uso de materiais tóxicos, promovendo a redução dos níveis de emissões de poluentes nos processos de produção			3,8
P8	As questões ambientais são consideradas na seleção de sistemas de fabricação	1,2	2,4	4,6	Sistemas de fabricação mantêm o valor agregado dos produtos por maior tempo e eliminam o desperdício por meio do reuso, reparo ou reciclagem			4,2
P9	As questões ambientais são consideradas na movimentação de materiais	1,3	1,3	4,6	A movimentação de materiais quando realizada por equipamentos que apenas utilizem energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis			4,2
P10	Considera a redução do uso dos recursos naturais no processo de fabricação	1,2	1,3	3,9	Aumento da participação de recursos renováveis e recicláveis, bem como reusar materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil			4,05
P11	As questões ambientais são consideradas nos processos de planejamento e controle da produção (PCP)	1,5	1,3	3,8	O setor PCP altera os fluxos lineares e ou semicirculares para fluxos (ciclos) fechados			4,05

Fonte: o autor

Continuação Quadro 4 – Grau de implantação de economia circular x porte das indústrias têxteis

Fonte: Oliveira Neto, Tucci, Correia, Silva, Ganga et al. 2020					Fonte: Resultados dessa pesquisa			
Cód	Práticas de P+L	Pequena	Médio	Grande	Práticas EC	Pequena	Médio	Grande
P12	Considera no programa de produção o cronograma para a resolução de problemas ambientais	1,2	2,9	3,9	Considera no programa de produção o foco na premissa de fechar ciclos, nas ações de correção de problemas promovendo a eliminação dos impactos ambientais			3,7
P13	Considera nas decisões de capacidade a possibilidade de utilização de tecnologias de energia limpa e eficiente	1,2	1,6	3,7	Considera o uso de tecnologias que utilizam energias limpas, bem como, processam materiais de fontes renováveis			3,55
P14	Considera as possibilidades de utilização de recursos renováveis para selecionar matérias primas e energia	1,2	2,3	4,4	Utilização de matérias primas renováveis biológicas e de energia limpa			3,8

Fonte: Autor

Outro aspecto relevante é da utilização da cogeração de energia e de energia limpa em parte de seus processos (1,80) práticas da EC que fornece maior retorno econômico e ambiental em relação a prática de P+L de uso eficiente de energia (4,80). Entretanto, as indústrias têxteis de pequeno porte ainda precisam melhorar o aproveitamento na recuperação de energia de conversão dos resíduos em calor, eletricidade ou combustível, pois estas melhorias dependem de aporte financeiro para investimentos em tecnologias e equipamentos específicos.

Em linhas gerais, as indústrias de pequeno porte apresentam um grau de implementação alto para a adoção das práticas de P+L (4,65), visto que estas não requerem grande valor a ser investido em equipamentos, na melhoria das condições de trabalho e em treinamentos. As 5 práticas adotadas focam na redução de

desperdícios e do uso de embalagens, na minimização dos resíduos gerados e de emissões e pelo uso eficiente de energia. A adoção destas práticas reverte para as indústrias de pequeno porte ganhos econômicos e ambientais. Porém, a implementação das práticas da EC está em grau intermediário (2,40). A efetivação das 5 práticas foca diretamente na eliminação dos desperdícios, no emprego de ciclos fechados para a maximização dos processos, na reutilização de embalagens, de águas residuais e de resíduos sólidos, e na cogeração de energia e uso de energia limpa. Estas práticas necessitam de aporte financeiro para investimentos em equipamentos e de novas tecnologias, além de demandarem maior tempo para implementação no que tange as novas condições de trabalho e de treinamentos operacionais para realizar a efetiva transição de P+L para EC.

Em relação as indústrias têxteis de médio porte localizadas no Brasil, os achados evidenciaram a evolução para as práticas da EC das 8 práticas de P+L implementadas.

Estas indústrias adotaram em grau alto de implementação 3 práticas da EC. A otimização do uso da água e a melhoria da eficiência das estações de tratamento das águas residuais (3,85) de maneira a reutilizar as águas tratadas várias vezes em seus processos industriais. Este avanço em relação a prática de uso mais eficiente da água de P+L permite redução de custos e na preservação deste insumo tão significativo para o meio ambiente.

A obtenção destes ganhos incentivou a implementar em grau alto outras práticas da EC que foca na eliminação de desperdícios de matérias-primas e de insumos nos processos fabris garantindo uma minimização do uso de insumos e recursos naturais (3,60) ao invés de fazer o uso eficiente destes insumos e matérias primas (4,50) que é prática de P+L. Para isso, ocorreu a reorganização do ambiente de trabalho e a revisão dos projetos dos produtos e dos procedimentos das atividades para eliminar os defeitos na produção que geravam retrabalhos e perdas.

A terceira prática em grau de implementação nas indústrias têxteis de médio porte é o da capacitação e conscientização dos funcionários na criação de valor do produto por meio da utilização de ciclo fechado e do uso pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida (3,35) objetivando ganhos econômicos, ambientais e sociais. Diferentemente da prática de P+L que foca na melhoria da consciência ambiental dos funcionários (3,80).

Em relação ao grau intermediário de implementação nas indústrias de médio porte os resultados mostraram mais 5 práticas da EC adotados. O desenvolvimento de projeto do produto para reuso de águas residuais e dos resíduos sólidos gerados em ciclos fechados (3,20) bem como a maximização das condições de trabalho para garantir processos de fabricação em ciclos fechados (3,20) estão gerando a criação de valor para estes resíduos que são reaproveitados nos processos, a redução das quantidades de materiais e insumo comprados e da melhoria ambiental decorrentes da eliminação de geração de resíduos e desperdícios. A inserção do ciclo fechado nestas indústrias é decorrente da evolução das práticas de P+L relativas à minimização da geração dos resíduos e emissões no sistema de produção (4,60) e na melhoria das condições trabalho para reduzir o desperdício (4,60).

As indústrias de médio porte implementaram o emprego de cogeração de energia em seus equipamentos já eficientes e utilização de energia limpa (3,00), como por exemplos a utilização de energia solar e a substituição de caldeiras a óleo diesel por elétricas. Este avanço é decorrente da contribuição da P+L principalmente em utilizar equipamentos eficientes para reduzir o consumo de energia, isto é, uso eficiente de energia (4,70).

Outras práticas da EC agregado pelas indústrias de médio porte está execução de auditorias periódicas para extrair maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração (2,95). Os resultados obtidos nas auditorias servem com indicadores de desempenho, sendo importantes para os gestores da organização tomarem decisões, pois reportam as reduções de insumos, recursos naturais, perdas e de emissões e do aumento do valor da durabilidade dos produtos. Estas auditorias são consequência do aprimoramento das auditorias do sistema de gestão ambiental, que considerava a P+L intrínseca e que visava melhorias contínuas (3,90).

A oitava prática da EC adotada pelas indústrias de médio porte está relacionado ao desenvolvimento do projeto do produto para minimizar o uso de insumos e recursos naturais por meio de reuso de embalagens em ciclo fechado (2,65) e não mais na redução do uso de embalagem (4,60). Com isso, as indústrias focam no desenvolvimento de embalagens cada vez mais duráveis e leves, assim reduzem a quantidade de insumo, por meio de pesquisa e novas tecnologias.

Em suma, as indústrias de médio porte apresentam um grau de implementação alto para a adoção das práticas de P+L (4,40), visto que estas não exigem grande valor a ser investido em equipamentos, na melhoria das condições de trabalho e em treinamentos específicos. As 8 práticas adotadas focam no uso mais eficiente da água, da energia, de matérias primas e de outros insumos. Além disso, propõe redução no uso de embalagens e na minimização da geração de resíduos e emissões. Também considera a melhoria da consciência ambiental dos funcionários e de auditorias periódicas do sistema de gestão ambiental considerando a P+L intrínseca. A adoção destas práticas reverte para as indústrias de médio porte ganhos econômicos e ambientais. Em relação a implementação das práticas da EC também está em grau alto (3,43). A efetivação das 8 práticas foca diretamente a otimização do uso da água e a melhoria da eficiência das estações de tratamento das águas residuais, na eliminação de desperdícios de matérias-primas e de insumos e na cogeração de energia e utilização de energia limpa. Também requer que os projetos de produtos sejam desenvolvidos com a inserção para os processos de fabricação, reuso de embalagens, de águas residuais e dos resíduos sólidos gerados em ciclos fechados e que a execução de auditorias periódicas possa extrair maior valor econômico. Além disso, capacitação e conscientização dos funcionários na criação de valor do produto, bem como se faz necessário maximizar as condições de trabalho para garantir processos de fabricação em ciclos fechados.

Para implementar estas práticas as indústrias de médio porte tiveram que efetuar aporte financeiro para investimentos em equipamentos e de novas tecnologias, além de demandarem maior tempo para implementação no que tange as novas condições de trabalho e de treinamentos operacionais.

A respeito das indústrias têxteis de grande porte localizadas no Brasil, os resultados indicaram a evolução para as práticas da EC de todas as 20 práticas de P+L implementadas.

Os resultados da pesquisa mostraram que as indústrias têxteis de grande porte localizadas no Brasil possuem implementação das práticas da EC para as 20 práticas de P+L. A evolução está avançada pois o grau de implementação é alto em 19 das 20 práticas de P+L e 1 está no grau intermediário.

As práticas da EC de cogeração de energia e uso de energia limpa (3,95), da otimização tecnológica na seleção de equipamentos/máquinas para minimização/eliminação na geração de resíduos e emissões de gases (4,40) e da

movimentação de materiais (4,20) estão intrinsicamente relacionados. As decisões da organização são focadas em aquisição e uso de equipamentos que utilizem energia limpa (elétrica, solar, eólica) de preferência gerada pela conversão energética de resíduos ou reaproveitamento térmico e pelo uso de combustíveis renováveis. Assim, desde o emprego de LED ao invés de lâmpadas tradicionais, controle automático de ar condicionado e dos equipamentos de produção quando parados, instalação de centrais fotovoltaica até da seleção e aquisição de caldeiras, veículos de apoio de movimentação e empilhadeiras elétricas são exemplos adotados sistematicamente. Com isso, constata-se uma evolução gradativa em relação as práticas implementadas de P+L que leva em consideração as questões ambientais para seleção de equipamentos (4,50) e na movimentação de materiais (4,60) e seu uso eficiente (4,60).

Além de considerar o uso de tecnologias que utilizam energias limpas e que processam materiais de fontes renováveis atendendo a demanda (3,55) promove o uso de matérias primas renováveis e biológicas (3,80). Avanços técnicos e tecnológicos são empregados no desenvolvimento de novos materiais de base biológica (resíduos de cana ou frutas são transformados em fibras) ou na criação de fibras em laboratórios seda sintética) e para a eliminação do uso de materiais tóxicos, promovendo a redução dos níveis de poluentes nos processos produtivos (3,80). Dessa forma, fica evidenciado um aprimoramento das considerações promovidas pela adoção das P+L que focava na possível utilização de recursos renováveis para a seleção de matérias primas e energia (4,40), na substituição de materiais tóxicos (4,60) e nas decisões atendimento da capacidade produtiva por meio de tecnologias de energia limpa e eficiente (3,70).

Em adição, os resultados obtidos mostraram que as indústrias têxteis de grande porte têm aumentado a participação de recursos renováveis e recicláveis, do reuso de materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil (4,05).

A utilização de equipamentos específicos de recolha, seleção e de reciclagem, aliados ao emprego de tecnologias inovadoras, como por exemplo o cartão de identificação eletrônico em que constam toda a composição e histórico das peças de vestuário que ao chegarem no fim de vida permite decidir pelo reuso ou de reciclar. Além disso, a cadeia produtiva têxtil brasileira é composta por todas as etapas, aumentando assim as oportunidades de aquisição de materiais reciclados ou para reuso. Estas práticas da EC apresentam grande evolução se compararmos

com a prática de P+L que considera a redução do uso dos recursos naturais no processo de fabricação (3,90).

Estas indústrias, também estão com a preocupação em otimizar o uso da água e aumentar a eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais (4,35), por meio do emprego de equipamentos modernos que necessitam de menores quantidades de água e filtros específicos que permitem o reuso por diversas vezes destas águas. Além do que, estas indústrias possuem um sistema de estação de tratamento dos efluentes que viabiliza o reuso em operações diferentes ao longo dos processos de fabricação. A otimização e a reutilização da água já proporcionam maiores benefícios para estas indústrias do que o uso eficiente da água (4,30) prática de P+L.

A eliminação de desperdícios de matérias-primas e insumos (4,10) nos sistemas de fabricação está alinhado em manter valor agregado dos produtos por maior tempo (4,20) e com a maximização das condições de trabalho (3,65) que garantem processos fabris em ciclos fechados e com *layout* apropriado que permite a flexibilização destes sistemas (3,55). Dessa maneira, os sistemas produtivos estão capazes de realizar desmontagens, de reciclar e/ou de reusar os materiais e produtos. A adoção de ciclos fechados e da flexibilização eliminam desperdícios e geração de resíduos, além de diminuir o consumo de insumos e recursos naturais. Estas implementações fornecem resultados superiores para as indústrias de grande porte se comparados as práticas de P+L que condicionavam a inserção de questões ambientais para o *layout* (4,00) e seleção de sistemas de fabricação (4,60), melhoria das condições de trabalho (4,70) e do uso eficiente de matéria prima e insumos para reduzir desperdícios (4,50).

O desenvolvimento do projeto do produto foca em sistemas de fabricação de ciclo fechado visando eliminar a geração de resíduos por meio de remanufatura e reuso de materiais, insumos e embalagens (3,75) garantindo assim a minimização destes (4,10) bem como permitir o reuso de águas residuais e de resíduos sólidos (4,45). Esse foco tem como finalidade o aumento da durabilidade dos produtos adquiridos (insumos, materiais, embalagens), sua recuperação de recursos e da criação de valor. Esses ganhos obtidos têm como origem a evolução das estratégias de P+L que abordavam as possibilidades de adoção no projeto de produto a reciclagem e reutilização (4,80) e redução do uso de materiais e

embalagens (4,60) visando minimizar ou até mesmo eliminar a geração de resíduos e emissões no sistema de produção (4,60).

Em paralelo, o setor de PCP (Programa e Controle de Produção) tem papel fundamental na alteração dos fluxos lineares ou semicirculares para ciclos fechados (4,05) e na correção de problemas com foco na eliminação dos impactos negativos ambientais (3,70). A aplicação de ciclos fechados pelo PCP é uma evolução dentro das indústrias de grande porte a partir das práticas de P+L que propunha a inserção de questões ambientais (3,80) e resoluções de problemas ambientais (3,90) pelo PCP. Com isso, tem-se a minimização de resíduos, a redução de perdas de materiais e o uso de recursos.

As auditorias periódicas são utilizadas como parâmetros de análise da eficácia das ações implementadas e visam certificar a ocorrência de maior valor econômico advindo da otimização dos materiais, de equipamentos e dos produtos pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou de cogeração de energia com vantagens ambientais (3,80). Os relatórios destas auditorias servem de referência para os tomadores de decisões que garantir que todos os departamentos e setores estejam envolvidos para a tomada de ações corretivas e pertinentes as unidades de negócios. Estas auditorias mais amplas são sinal da evolução até então existente que considerava ações para melhorias contínuas pela inserção de P+L no sistema de gestão ambiental (4,60).

Fundamental para a consolidação de EC é a capacitação e conscientização dos funcionários para a criação de valor do produto por meio do uso de ciclo fechado e pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida (3,90). Os gestores promovem treinamentos gerais e específicos para todos os funcionários, como por exemplo os estão diretamente ligados ao setor produtivo necessitam de educação em reuso, remanufatura, eliminação de resíduos enquanto os projetistas devem ser treinados para práticas que promovam a vida útil dos produtos e com considerações ecológicas.

O principal intuito é o de criar dentro da organização profissionais qualificados, engajados e formadores de opinião em relação ao orgulho de trabalharem em local que se preocupe com o futuro que são basicamente as tratativas da EC. Dessa maneira, estes trabalhos são mais elaborados do que a melhoria da consciência ambiental dos funcionários por meio de capacitação (4,00) que é prática de P+L

Os achados mostraram que os fornecedores aplicam, em grau de implantação intermediário, em seus sistemas produtivos os ciclos fechados para os materiais e fluxos de energia renováveis e principalmente utilizam embalagens vai e vem (reuso) (3,30).

As indústrias de grande porte necessitam que os seus fornecedores as implementem em seus processos e que estejam engajados em projetos de responsabilidade ambiental, o que irá possibilitar a redução de custos nas aquisições de materiais e insumos. Criar e fortalecer estas parcerias é fundamental, pois não só as questões ambientais são consideradas durante a seleção de fornecedores (4,60) que é a prática de P+L.

No geral, as indústrias de grande porte apresentam um grau de implementação alto para a adoção das práticas de P+L (4,50), visto que estas focam no fortalecimento da imagem frente ao mercado, na obtenção de autoridade com clientes e fornecedores e para a consolidação de negócios.

Em relação a implementação das práticas da EC também está em grau alto (3,88). A efetivação dos 20 práticas foca diretamente na eliminação de desperdícios e poluição; utilização de novos materiais oriundos de recursos renováveis; inserção de inovação; novas tecnologias e melhorias para seus processos; redução de custos, adoção de cogeração energética e energia limpa; bem estar e motivação de seus funcionários, inserir o reuso e reciclagem dos resíduos gerados para processamento produtivo; ciclo fechado e fixar a imagem frente ao mercado.

CAPÍTULO 5 - DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As indústrias têxteis de pequeno porte apresentam grau de implantação de 4,65 para 5 das 20 práticas de P+L. Com a implantação destas práticas ocorreram redução de custos incentivando estas indústrias a promoverem uma transição para a EC. A adoção de uso eficiente de matéria prima e insumos, principalmente de energia são práticas de EC com alto grau de implementação, já que não necessitam de aporte financeiro. Assim como, a melhoria das condições de trabalho visando a redução do desperdício e a minimização ou eliminação de geração de resíduos e emissões no sistema de produção que são obtidas por meio de adequações nos procedimentos, em treinamentos operacionais e da colaboração de seus fornecedores. Enquanto, que a redução do uso de embalagem ainda requer revisões no projeto do produto.

Também implantaram a prática de cogeração de energia e uso de energia limpa alcançada pela instalação de usinas de energia solar de médio e pequeno porte. Corroborando com os estudos de Li *et al.* (2010), Ghisellini *et al.* (2016), Winans *et al.* (2017), Gopinath *et al.* (2018), que destacaram esta prática de EC, porém sem dados quantitativos.

Além disso, promoveram readequação nos monitoramentos de indicadores relacionados ao consumo de matérias primas e insumos, das quantidades de resíduos gerados e de emissões, bem como da reciclagem e reutilização dos resíduos para produção de artigos de matérias primas recicladas ou reprocessadas dentro do próprio processo, da coleta e reuso da água, gerados em ciclo fechado, visando eliminar desperdícios de matérias primas e insumos e também para minimizar o uso destes insumos e de recursos naturais (HU *et al.*, 2011; GHISELLINI *et al.*, 2016; WALMSLEY *et al.*, 2018; KALMYKOVA *et al.*, 2018; MENDOZA *et al.*, 2019).

Em relação as condições de trabalho foram acrescentadas a reorganização de *layouts* e um monitoramento efetivo de rendimentos para garantir processos de fabricação em ciclos fechados eliminando a geração de resíduos e desperdícios. Diferentemente da abordagem de Wamsley *et al.* (2018) e de Suarez-Eiroa *et al.* (2019), que não consideraram a reorganização do *layout*. Outro tópico importante é a evolução relacionada ao uso de embalagem, em que a transição ocorre pela mentalidade verde dos setores de desenvolvimento do projeto do produto que

adequa a reutilização das embalagens em ciclo fechado (HENS *et al.*, 2018; GHISELLINI *et al.*, 2018) e da otimização do processo fabril reduzindo etapas e do consumo de embalagens intermediárias. O Quadro 5 apresenta as práticas de EC implantadas nas indústrias têxteis de pequeno porte e os benefícios alcançados.

Quadro 5 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de pequeno porte

Práticas EC	Implantação das 5 práticas de EC em indústrias têxteis de pequeno porte	Benefícios da implantação de EC
EC1	utilização de energia solar; instalação de telhas translúcidas; isolamento térmico das tubulações quentes; utilização do calor de descarga; reaproveitamento do ar quente dos compressores	cogeração energética e uso de energia limpa, redução de custos; dos impactos negativos ambientais
EC2/EC3	adoção de ciclo fechado nos projetos de produto para reusar os insumos, recursos naturais, embalagens, águas residuais e dos resíduos sólidos nos processos produtivos	redução dos custos decorrente da redução das quantidades adquiridas de matérias primas, insumos e embalagens; redução das emissões de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida
EC4	emprego de indicadores quantitativos e de ciclo fechado relacionados ao consumo de matérias primas e insumos; das quantidades de resíduos gerados e de emissões; reutilização e reciclagem dos resíduos para a fabricação de produtos; uso de matérias primas recicladas ou reprocessadas dentro do próprio processo; da coleta e reuso da água.	redução de custos e de impactos ambientes pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução dos seguintes resíduos sólidos: borras de fibra, cones, cascas, fibras, filamentos, fios, panos de limpeza, tecidos e retalhos; redução da emissão de poluentes e descartes.
EC5	reorganização de layouts, colaboração dos fornecedores, treinamento operacional e um monitoramento efetivo de rendimentos para garantir processos de fabricação em ciclos fechados para melhoria das condições de trabalho	redução de custos de materias primas, insumos e de embalagens; eliminação de desperdícios; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da capacitação pessoal e da saúde pública

Fonte: o autor

Entretanto, o grau de implantação destas práticas de EC é de 2,40, em função dos investimentos serem altos e da dificuldade de obtenção de recursos financeiros. Além disso, a falta de planejamento estratégico, de políticas de informação, uso de sistemas tecnológicos e de logística reversa são as presentes dificuldades que afetam um melhor desempenho nestas indústrias.

Por outro lado, as indústrias têxteis de médio e grande porte apresentam uma maior diversidade e menos obstáculos para a transição destas 5 práticas de P+L para a EC. Para o tópico de cogeração energética e uso de energia limpa foram instalados sistemas de produção energética além do solar; outras a partir de fontes renováveis e/ou de resíduos e emissões geradas pelos processos, como por

exemplo: pela captura de gases para produção de energia sustentável por meio de biomassa ou ciclo fechado para reutilização. Também, pelo aproveitamento da geração de calor, a qual é reutilizada de forma geotérmica ou pela utilização para geração de energia de resíduos de processo que não possam retornar, ou dos sobressalentes, como o descarte de lubrificantes. Em adição, ocorreram investimentos na aquisição de equipamentos mais eficientes, com motores de auto rendimento e que possibilitaram o uso de fontes renováveis e não poluentes. Essas ações de implantação de práticas de EC não foram encontradas na literatura existente.

Além disso, estas indústrias viabilizaram a reutilização dos resíduos para produção de artigos de matérias primas recicladas ou reprocessadas dentro do próprio processo com parcerias com fornecedores. Também investiram em matérias primas não poluentes e que possam ser reprocessadas, recicladas e/ou reutilizadas.

Adquiriram *softwares* que incrementam a eficiência de processos monitorando periódico nos pontos de excelência e críticos dos postos operativos integrado ao acompanhamento de indicadores focados em redução do uso de energia elétrica; água; geração de resíduos sólidos e emissões de poluentes; consumo de matérias primas; reciclagem e reuso; aprovação ou não da utilização de materiais perigosos/nocivos/tóxicos à saúde e a possibilidade de acidentes ambientais produtivos.

Essas indústrias maximizaram as condições de trabalho por meio da reorganizaram dos *layouts*, readequaram maquinários/equipamentos e com treinamento de funcionários para otimização das operações e de monitoração efetiva de rendimento da matéria prima e desperdícios em tempo real durante o processo. Ciclos fechados com mecanização de processos, automação com precisão/otimização dos recursos, aplicação de tecnologias de última geração (linguagem, programação, inteligência de processos, internet industrial, big data e dados em nuvem).

Otimizaram e desenvolveram processos que visam reduzir etapas e possíveis consumo de embalagens para processos intermediários contemplados no desenvolvimento do projeto do produto. Além disso, é contemplado o processamento das matérias primas consideradas insumos para os processos têxteis mais próximos da originação, que impactam na redução de utilização de

embalagens intermediárias, da melhoria da logística, já que menores distâncias são percorridas para a movimentação e transporte dos produtos.

Tudo isso focado em desempenho ambiental, redução de custo e otimização de resultados. Dessa forma, garantiram o retorno econômico e ambiental por meio da eliminação de desperdícios, perdas e de geração de resíduos e emissões. Sem contar pela minimização de matérias primas, insumos e de recursos naturais.

As indústrias têxteis de médio porte apresentam grau de implantação em 8 práticas de P+L e que é de 4,40. Isto é, além das 5 práticas já mencionadas estão presentes as relacionadas a melhoria da conscientização ambiental dos funcionários, o uso eficiente da água e da adoção das práticas de P+L no Sistema de Gestão Ambiental. Estas práticas foram adotadas com o uso de auditorias periódicas que promovem e estimulam melhorias contínuas, por meio de treinamentos integrados entre funcionários da operação, da manutenção com os de desenvolvimento de produtos e da concepção (GENG *et al.*, 2012; LOPEZ *et al.*, 2019; SUAREZ-EIROA *et al.*, 2019) e necessidade do reuso da água no processo (KALMYKOVA *et al.*, 2018; SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018; LOPEZ *et al.*, 2019).

A transição para as práticas de EC destas práticas de P+L ocorreu pela ampliação do escopo das auditorias periódicas que vão desde a concepção do produto, que agora é desenvolvido e voltado para a máxima otimização da matéria prima, para a eliminação de resíduos e poluentes gerados no processo, pela escolha de matérias primas que possuam geração menor de resíduos ou formação de resíduos que possam ser reaproveitados no processo. Corroborando com as pesquisas de Geng *et al.* (2012) e de Suarez-Eiroa *et al.* (2019).

Também a concepção do projeto do produto foca em minimizar a necessidade de insumos intermediários no processo e produto acabado. Assim, são escolhidos insumos de origem renováveis, de preferência reutilizáveis e que possam ser destinados adequadamente no final da vida útil. Tudo isso, com enfoque em extrair maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração com vantagens ambientais.

Com isso, os programas de treinamento de conscientização ambiental de forma integrada entre os funcionários foram ampliados com o envolvimento da equipe do projeto, de estratégia e os de execução da operação, ampliando o escopo referente a disseminação da cultura de sustentabilidade do processo para os

colaboradores. Além disso, foram construídas estações de tratamento de efluentes, coleta e reuso da água projetando o ciclo fechado da água em paralelo com a revisão do desenvolvimento do projeto do produto promover a necessidade de redução de utilização de água no processo ou escolher produtos de processos alternativos que não utilizem água. O Quadro 6 apresenta as práticas de EC implantadas nas indústrias têxteis de médio porte e os benefícios alcançados.

Quadro 6 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de médio porte.

Práticas de EC	Implantação das 8 práticas de EC em indústrias têxteis de médio porte	Benefícios da implantação da EC
EC1	utilização de energia solar; instalação de telhas translúcidas; isolamento térmico das tubulações quentes; utilização do calor de descarga; reaproveitamento do ar quente dos compressores; utilização de energia geotérmica a partir de resíduos de processo que não possam retornar e de lubrificantes; aquisição de equipamentos mais eficientes, com motores de auto rendimento para o uso de fontes renováveis e não poluentes	cogeração energética e uso de energia limpa, redução de custos; dos impactos negativos ambientais
EC2/EC3	adoção de ciclo fechado nos projetos de produto para reusar os insumos, recursos naturais, embalagens, águas residuais e dos resíduos sólidos nos processos produtivos; investiram em matérias primas não poluentes e que possam ser reprocessadas, recicladas e/ou reutilizadas; promover sistematicamente a revisão dos projetos dos produtos e dos procedimentos das atividades para eliminar os defeitos na produção	redução dos custos decorrente da redução das quantidades adquiridas de matérias primas, insumos e embalagens; redução das emissões de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida
EC4	aquisição de softwares que incrementam a eficiência de processos com monitoramento periódico nos pontos de excelência e críticos dos postos operativos integrado; a acompanhamento dos indicadores quantitativos e de ciclo fechado relacionados ao consumo de matérias primas e insumos; das quantidades de resíduos gerados e de emissões; reutilização e reciclagem dos resíduos para a fabricação de produtos; uso de matérias primas recicladas ou reprocessadas dentro do próprio processo; da coleta e reuso da água; revisão dos processos dos e dos procedimentos das atividades para eliminar os defeitos na produção	redução de custos e de impactos ambientes pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução dos seguintes resíduos sólidos: borras de fibra, borras de óleo, cones, cascas, embalagens de produtos, fibras, filamentos, fios, panos de limpeza, óleos de manutenção, tecidos e retalhos; redução da emissão de poluentes e descartes; benefícios a saúde pública
EC5	reorganização de layouts; readequação de maquinários/equipamentos; colaboração dos fornecedores; treinamento operacional e um monitoramento efetivo de rendimentos para garantir processos de fabricação em ciclos fechados para melhoria das condições de trabalho	redução de custos de materias primas, insumos e de embalagens; eliminação de desperdícios; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da capacitação pessoal e da saúde pública

Fonte: o autor

Continuação Quadro 6 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de médio porte.

Práticas de EC	Implantação das 8 práticas de EC em indústrias têxteis de médio porte	Benefícios da implantação da EC
EC6	auditorias periódicas extraem maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração com vantagens ambientais	redução dos custos decorrente da redução das quantidades adquiridas de matérias primas, insumos e embalagens; redução das emissões de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida
EC7	Treinamento específico para a capacitação, habilitação e conscientização dos funcionários para a criação de valor do produto pelo uso de ciclo fechado e da extensão do ciclo de vida dos recursos e materiais utilizados no sistema produtivo da indústria	redução de custos e de impactos ambientais pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução na geração ou descarte de resíduos sólidos; redução da emissão de poluentes e descartes.
EC8	Otimização do uso da água por meio de utilização de água de chuva; na aquisição de equipamentos economizadores nos processos e em peças hidráulicas nos banheiros, vestiários e cozinha; uso de água de lavagem em contracorrente; aumento da eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais	redução de custos para aquisição de água; reaproveitamento das águas residuais; redução do impacto negativo ambiental

Fonte: o autor

Assim, a transição das 8 práticas de P+L para os 8 práticas de EC pelas indústrias têxteis de médio porte resultaram em um grau de implantação de 3,43 o qual poderia ser maior se estas indústrias possuíssem maneiras de avaliar os riscos financeiros; programas integrados governamentais para a redução dos taxas/juros iniciais de investimentos para adoção das práticas de EC; o envolvimento ambiental com os fornecedores, clientes intermediários e finais e a falta de pressão da sociedade que inspire ao governo e fabricantes para a implementação de práticas sustentáveis aos níveis meso e macro da EC.

Em relação as indústrias têxteis de grande porte o grau de implantação de todas as 20 práticas de P+L é de 4,50; ou seja, além das 8 práticas de P+L implantadas nas indústrias têxteis de médio porte, já estão implantadas as demais 12 práticas de P+L. Em função dos grandes volumes de produtos demandados pelas grandes indústrias a necessidade de suprimentos são na prática integrados, ou seja, os potenciais fornecedores passam de uma postura de atendimento as questões ambientais (4,60) para as práticas de EC em que recebem homologações e certificações desde que apliquem em seus sistemas produtivos os ciclos fechados para os materiais; fluxos de energia renováveis e principalmente utilizem embalagens vai e vem (reuso) eliminando a geração de resíduos (3,30).

Internamente, estas indústrias ampliaram o escopo do *layout* para o processamento em ciclo fechado visando a eliminação na geração de resíduos e flexibilização dos sistemas produtivos para desmontagem e reuso dos componentes remanufaturados.

Em adição, o *layout* além de maximizar as condições de trabalho e de observar as questões ambientais (4,50), possibilita e flexibiliza o sistema produtivo para absorver produtos desmontados e de reuso dos componentes em suas linhas para adoção das iniciativas de implementação dos programas ambientais por meio do redesenho do próprio processo, partindo do desenho do produto, ou um desenho projetado para atender, no caso de novos projetos (3,55).

Podendo utilizar ferramentas da Metodologia *Six Sigma* – Define, measure, analyse, improve, control (DMAIC) para processos existentes e *Design For Lean Six Sigma* – *define, measure, analyse, design, verify (DMADV)* para novos projetos/novos produtos. Além disso, tem-se os mapas conceituais (método de estudo que permite memorizar um conteúdo de maneira rápida e fácil, por meio do uso de palavras-chave e gráficos Interligados de forma estratégica ou cronológica), estratégia do oceano azul (conceito de diferenciação competitiva utilizada por grandes empresas em todo o mundo), prospecção mercadológica e técnica, plano multigerações, mapeamento da mudança, mapeamento do processo, kaizen (do japonês, "melhoria" ou "mudança para melhor") de inovação, custo alvo, *design for experiment (DOE)*, *quality function deployment (QFD)*, redução da complexidade, desenho do projeto, requerimentos, análise de viabilidade, *failure mode and effect analyses (FMEA)*, simulação do desenho, *scorecards* (do inglês, diagramas de processo), custo produto/serviço, plano para gerenciamento dos processos, piloto, implementação do desenho/projeto, comunicação e outros.

Dessa forma, estas indústrias utilizam o modelo do “berço ao berço” com objetivo de garantir que o processo seja feito desde o início do ciclo de vida do produto sem desperdício e todos os projetos produtivos redesenhados e repensados em reaproveitamento juntamente com a EC; buscando contribuições econômicas e ambientais que visam um método inovador, essencial a criação de valor.

Ressalva-se que, as questões ambientais não são mais o fator preponderante para a seleção de equipamentos/máquinas para a fabricação dos produtos que é a prática de P+L e sim as vantagens tecnológicas inovadoras que proporcionem a eliminação de desperdícios; consumo de insumos menor e de reaproveitamento;

integrados com outros equipamentos/máquinas do sistema de fabricação; com capacidade de reutilização de resíduos e emissões de gases que são gerados. Esse avanço tecnológico está condizente com os estudos de Hu *et al.* (2011); Geng *et al.* (2012); Mendoza *et al.* (2019).

Essa evolução ocorre pela definição de equipamentos dos processos têxteis de recirculação de banhos, dosagem de produtos químicos, reaproveitamentos de lastro de banhos. As indústrias optam pela aquisição de equipamentos com tecnologias que operem em circuito fechado entre os pré processos e pós processos. Na concepção do projeto do produto, uma gestão por processo onde o P&D foque o desenvolvimento de todos os novos produtos antes do projeto da linha de operação.

As indústrias de grande porte já possuem uma cadeia de suprimentos bem definida. A partir desta realidade buscam uma reavaliação de seu sistema produtivo interno de forma a promover a implementação de sistema, processos e de *layouts* produtivos que viabilizem a eliminação, reutilização de materiais, insumos e embalagens sem alteração nas propriedades intrínsecas dos artigos produzidos, em clara transição do modelo básico de P+L de analisar as possibilidades de redução de insumos e materiais (4,80).

Assim, conseguem um processo interno das áreas de P&D e Projetos trabalhando com base no ciclo fechado, práticas este fundamental de EC (3,75), em conformidade com a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da ONU e com as Tecnologias Habilitadoras da Indústria 4.0.

Além disso, estas indústrias possuem à capacidade de inovação dos setores de P&D de produtos e de projeto, que por consequência necessitam maiores investimentos em criação e inovação. Dessa forma, buscam selecionar e certificar potenciais fornecedores alinhados com as demandas de desenvolvimento de materiais/componentes não tóxicos e não poluentes (HU *et al.*, 2011; HENS *et al.* 2018), isto é, viabilização de P+L substituição (4,60) para eliminação dos materiais/componentes tóxicos (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018; MENDOZA *et al.*, 2019), promovendo a redução de níveis de emissões de poluentes nos processos produtivos (3,80).

As questões ambientais até então consideradas para a seleção de sistemas de fabricação (4,60), planejamento e controle de produção (3,80) e movimentação de materiais (4,60) como práticas de P+L passaram por uma grande transição dentro

destas organizações que ampliaram o enfoque e incrementaram nos componentes dos artigos a serem produzidos um aumento significativo do ciclo de vida (4,20), trabalhando a sustentabilidade por meio da circularidade com tecnologias modernas e eficientes e com investimentos em novos sistemas integrados de gestão e de estrutura de processos interdependentes e ou contínuos (4,05). Esse achado está diretamente relacionado com a prática de EC que aborda sistemas de fabricação para eliminação dos desperdícios com a aplicação de reuso, reparo ou reciclagem (GAO *et al.*,2006; GHISELLINI *et al.*, 2016; HENS *et al.*, 2018; SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018, WALMSLEY *et al.*, (2018).

Em relação a movimentação de materiais, além do uso de empilhadeiras elétricas, ocorreu em função da alta intensidade e de consumo em decorrente do volume produzido, a compostagem dos resíduos gerados e produção de gases metano tem sido recursos implementados para abastecimentos (WINANS *et al.*,2017; GOPINATH *et al.*, 2018; SUAREZ-EIROA *et al.*, 2019); em empilhadeiras, *trollers* e carros de transportes de rolos. E, para o processo logístico externo (recebimentos/entregas) um plano de ação com meta/data para alcançar a utilização de combustível limpo para o transporte sustentável (4,20).

Também ocorreu transição da prática de P+L de reduzir o uso de recursos naturais no processo de fabricação (3,90) para aumento significativo de recursos renováveis e recicláveis, bem como do reuso de materiais e componentes de diversos fluxos após o fim da vida útil (4,05). Isso foi possível por meio de investimentos em desenvolvimento de novas fontes de matérias primas, investimentos em readequação de processos em circuito fechado, como exemplos: o aproveitamento de soda caustica e aproveitamento de linhas de vapor em mais um processo.

Dessa forma, a área de P&D desenvolveu produtos a partir de materiais renováveis e recicláveis; insumos biodegradáveis e não tóxicos (LIEDER; RASHID, 2016). Em paralelo, a área de Suprimentos homologou fornecedores certificados ou que comprovem a utilização de recursos renováveis e recicláveis, desenvolveu novos fornecedores e parcerias. Entretanto, falta um projeto com fornecedores, clientes intermediários da cadeia têxtil até o cliente final para a coleta dos produtos acabados após o fim da vida útil, para que esses produtos retornem ao processo produtivo (reciclagem, “desfibrilagem”, novo processamento).

As indústrias têxteis de grande porte apresentam também evolução da prática de P+L que considerava umas das atribuições do PCP era que o cronograma de ações deveria focar para a resolução de problemas ambientais (3,90) para um setor de PCP que promove a reorganização dos sistemas de gestão integrados que gerenciam os riscos internos dos processos para evitar os descartes e contaminações para os meios externos (SUAREZ-EIROA *et al.*, 2019).

Após o redesenho do processo, uma análise e levantamento de todos os possíveis riscos e impactos ambientais; elaborar um desdobramento das ações de correção, corretivas e preventivas para todo o processo. Também uma forma de monitorar possíveis novos riscos e impactos que possam surgir, com desenvolvimento de novos produtos, alterações de processo e mudanças de fornecedores; podendo ser uma revisão periódica/cíclica (3,70).

Estas indústrias ampliaram o escopo de tomada de decisões de capacidade em que além do enfoque de utilizar tecnologias de energia limpa e eficiente (3,70) inseriram em seus processos os materiais de fontes renováveis (3,55) por meio de investimentos em infraestrutura e pelo estabelecimento de objetivos para cumprir com prazos determinados para o atendimento da utilização de tecnologias de energias limpas e materiais de fontes renováveis. Em adição, adotando o desdobramento de pontos em ações (levantar quais tecnologias de energia e todos os materiais de fontes não renováveis atuais), bem como implementando estudo para cada ponto buscando a viabilidade da implementação dessas ações, com responsáveis e prazos.

Por fim, evoluíram da prática de P+L que considerava as possibilidades (4,40) para a utilização de recursos renováveis biológicas e de energia limpa (3,80) por meio de implementação de usinas, fazendas agrícolas próprias ou de terceiros integradas às cadeias de suprimentos das unidades fabris a partir de um sistema de gestão ambiental único. Um plano para implementação dos objetivos cabíveis aos processos produtivos da agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável da organização das nações unidas (ONU), bem como a implementação da sustentabilidade e circularidade. Um projeto para implementação de Indústria 4.0, para utilização de tecnologias habilitadoras. Além disso, requer consumo e produção responsável focados na seleção de matérias primas renováveis biológicas e utilização de energia limpa. Em suma, um claro avanço ao existente na literatura que

menciona a prática a ser adotada sem a apresentação de parâmetros ou como deve ser implementada dentro das organizações.

Pelo exposto, as indústrias têxteis de grande porte localizadas no Brasil apresentam um grau de implantação das 20 práticas de EC de 3,88. Todo esse esforço atende aos principais objetivos das indústrias deste porte, entre os quais as destacam pela inovação, estar entre as primeiras, pela legitimidade das metas socioambientais; bem como pelo aumento da confiança, da imagem da marca e do valor perante os clientes e consumidores.

Além disso, a implantação de práticas de EC por estas indústrias incrementa a melhoria da imagem da marca pela reputação positiva que a EC induz, da diminuição da dependência da volatilidade dos preços dos recursos a serem adquiridos pelo ciclos fechados adotados que proporcionam menores quantidades a serem compradas de recursos finitos ou não renováveis, da remoção de dificuldades para exportações em função de atendimento aos requisitos sustentáveis e das legislações específicas requeridas. Entretanto ainda há muito a ser realizado, pois ainda falta aumentar a durabilidade e valor dos produtos; incrementar os processos de adoção eficiente de logística reversa; promover serviços ao invés de produtos (SOUSA-ZOMER *et al.*, 2018) e da criação de indicadores sociais (GENG *et al.*, 2012). O Quadro 7 mostra os benefícios da implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte.

Quadro 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte.

Práticas de EC	Implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte	Benefícios da implantação de EC
EC1	utilização de energia solar, eólica; instalação de LED no parque industrial; colocação de telhas translúcidas; isolamento térmico das tubulações quentes; utilização do calor de descarga; reaproveitamento do ar quente dos compressores; controle de iluminação; detectores de presença para iluminação dos ambientes; utilização de energia geotérmica a partir de resíduos de processo que não possam retornar e de lubrificantes; aquisição de equipamentos mais eficientes, com motores de auto rendimento para o uso de fontes renováveis e não poluentes	cogeração energética e uso de energia limpa, redução de custos; dos impactos negativos ambientais

Fonte: o autor

Continuação Quadro 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte.

Práticas de EC	Implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte	Benefícios da implantação de EC
EC2/EC3	adoção de ciclo fechado nos projetos de produto para reusar os insumos, recursos naturais, embalagens, águas residuais e dos resíduos sólidos nos processos produtivos; investiram em matérias primas não poluentes e que possam ser reprocessadas, recicladas e/ou reutilizadas; promover sistematicamente a revisão dos projetos dos produtos e dos procedimentos das atividades para eliminar os defeitos na produção	redução dos custos decorrente da redução das quantidades adquiridas de matérias primas, insumos e embalagens; redução das emissões de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida
EC4	aquisição de softwares que incrementam a eficiência de processos com monitoramento periódico nos pontos de excelência e críticos dos postos operativos integrado; a acompanhamento dos indicadores quantitativos e de ciclo fechado relacionados ao consumo de matérias primas e insumos; das quantidades de resíduos gerados e de emissões; reutilização e reciclagem dos resíduos para a fabricação de produtos; uso de matérias primas recicladas ou reprocessadas dentro do próprio processo; da coleta e reuso da água; revisão dos processos dos e dos procedimentos das atividades para eliminar os defeitos na produção	redução de custos e de impactos ambientais pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução dos seguintes resíduos sólidos: borras de fibra, borras de óleo, cones, cascas, embalagens de produtos, fibras, filamentos, fios, panos de limpeza, óleos de manutenção, tecidos e retalhos, fibras retiradas dos equipamentos, residual de banhos, telas, gomas, corantes, pastas, embalagens de produtos químicos, lodo biológico, poeira e cinzas ; redução da emissão de poluentes e descartes; benefícios a saúde pública
EC5	reorganização de layouts; readequação de maquinários/equipamentos; colaboração dos fornecedores; treinamento operacional e um monitoramento efetivo de rendimentos para garantir processos de fabricação em ciclos fechados para melhoria das condições de trabalho	redução de custos de materias primas, insumos e de embalagens; eliminação de desperdícios; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da capacitação pessoal e da saúde pública
EC6	auditorias periódicas extraem maior valor econômico por meio da otimização dos materiais, equipamentos e bens pelo maior tempo possível, em ciclos fechados e energizados por fontes limpas ou da cogeração com vantagens ambientais	redução dos custos decorrente da redução das quantidades adquiridas de matérias primas, insumos e embalagens; redução das emissões de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida
EC7	capacitar e conscientizar os funcionários na criação de valor do produto por meio do uso de ciclo fechado e pleno dos recursos e materiais com extensão do ciclo de vida	redução de custos e de impactos ambientes pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução na geração ou descarte de resíduos sólidos; redução da emissão de poluentes e descartes.

Fonte: o autor

Continuação Quadro 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte.

Práticas de EC	Implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte	Benefícios da implantação de EC
EC8	Otimização do uso da água por meio de utilização de água de chuva; na aquisição de equipamentos economizadores nos processos e em peças hidráulicas nos banheiros, vestiários e cozinha; uso de água de lavagem em contra-corrente; remoção do excesso de água do produto antes do processo subsequente; reutilização de águas de efluentes industriais tratadas pelos sistemas públicos; aumento da eficácia do tratamento das águas residuais, possibilitando o seu reuso nos processos industriais	redução de custos para aquisição de água; reaproveitamento das águas residuais; redução do impacto negativo ambiental
EC9	Os fornecedores selecionados e homologados que aplicam em seus sistemas produtivos ciclos fechados para os materiais; fluxos de energia renováveis e principalmente utilizam embalagens vai e vem (reuso).	eliminação de resíduos; criação de valor para o produto; custos reduzidos em relação as embalagens; redução de riscos na volatilidade de suprimentos de materiais; redução de emissões de poluentes e descartes
EC10	<i>Layout</i> apropriado para o processamento em ciclo fechado visando a eliminação na geração de resíduos e flexibilização dos sistemas produtivos para absorver a desmontagem e reuso dos componentes remanufaturados em suas linhas para adoção das iniciativas de implementação dos programas ambientais por meio do redesenho do próprio processo, partindo do desenho do produto, ou um desenho projetado para atender, no caso de novos projetos; melhora as condições de trabalho	redução de custos; eliminação de resíduos; criação de valor para o produto; custos reduzidos em relação as embalagens; redução de emissões de poluentes e descartes
EC11	Otimização tecnológica na seleção de equipamentos / máquinas para recirculação de banhos; dosagem de produtos químicos; reaproveitamentos de lastro de banhos; que operem em circuito fechado entre os pré processos e pós processos	vantagem competitiva; eliminação de resíduos; novas opções de produtos para os clientes; redução de emissões e poluentes; melhoria funcional para os funcionários principalmente pela redução do nível de ruído e de emissões de gases
EC12	O projeto de produtos foca em sistemas de fabricação de ciclo fechado, permitindo reemancufatura e reuso de materiais, insumos, embalagens e reaproveitamento dos resíduos; empregam ferramentas da Metodologia Six Sigma – DMAIC para processos existentes e DMADV para novos projetos/novos produtos; mapas conceituais; estratégia do oceano azul; prospecção mercadológica e técnica, planos multigeracionais; mapeamento da mudança e do processo, kaizen ; DOE; QFD; FMEA entre outros gerenciamento dos processos, piloto, implementação do desenho/projeto, comunicação e outros	redução de custos e de impactos negativos ambientais pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; criação de valor para os produtos; criação de oportunidades de novos negócios com potencial de aumento da lucratividade; crescimento dos setores; estímulo a inovação e ecodesign; redução dos resíduos gerados; benefícios a saúde pública

Fonte: o autor

Continuação Quadro 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte.

Práticas de EC	Implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte	Benefícios da implantação de EC
EC13	A eliminação do uso de materiais tóxicos por meio de seleção e certificação de potenciais fornecedores alinhados com as demandas de desenvolvimento de materiais/componentes não tóxicos e não poluentes	redução de custos no tratamento de resíduos sólidos, efluentes e gases gerados pelo uso dos produtos tóxicos; vantagem competitiva; eliminação de resíduos; redução de emissões e poluentes; diminuição de riscos e de contaminação para os funcionários; melhoria da imagem da organização
EC14	Total foco e incrementação de matérias primas para um aumento significativo do ciclo de vida; trabalham com metas de sustentabilidade e fechamento de ciclos com a aplicação de tecnologias modernas e eficientes; investimentos em novos sistemas integrados de gestão e de estrutura de processos interdependentes/ contínuos para manter o valor agregado dos produtos por maior tempo;	redução de custos e de impactos ambientais pela eliminação de desperdícios de matérias primas e insumos; redução de custos; redução dos seguintes resíduos sólidos: borras de fibra, borras de óleo, cones, cascas, embalagens de produtos, fibras, filamentos, fios, panos de limpeza, óleos de manutenção, tecidos e retalhos, fibras retiradas dos equipamentos, residual de banhos, telas, gomas, corantes, pastas, embalagens de produtos químicos, lodo biológico, poeira e cinzas ; redução da emissão de poluentes e descartes; benefícios a saúde pública
EC15	Para a movimentação de materiais por equipamentos que utilizam energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis; ou pelo uso de empilhadeiras elétricas; pela compostagem dos resíduos gerados e produção de gases metano para abastecimentos em empilhadeiras, trollers e carros de transportes de rolos; processo logístico externo (recebimentos/entregas) um plano de ação com meta/data para alcançar a utilização de combustível limpo para o transporte sustentável	redução de custos na aquisição de energia elétrica obtidos pela cogeração energética e uso de energia limpa e da minimização dos impactos negativos ambientais
EC15	Para a movimentação de materiais por equipamentos que utilizam energia limpa gerada pela conversão energética de resíduos em eletricidade ou pelo uso de combustíveis renováveis; ou pelo uso de empilhadeiras elétricas; pela compostagem dos resíduos gerados e produção de gases metano para abastecimentos em empilhadeiras, trollers e carros de transportes de rolos; processo logístico externo (recebimentos/entregas) um plano de ação com meta/data para alcançar a utilização de combustível limpo para o transporte sustentável	redução de custos na aquisição de energia elétrica obtidos pela cogeração energética e uso de energia limpa e da minimização dos impactos negativos ambientais

Fonte: o autor

Continuação Quadro 7 – Benefícios da implantação de economia circular nas indústrias têxteis de grande porte.

Práticas de EC	Implantação das 20 práticas de EC em indústrias têxteis de grande porte	Benefícios da implantação de EC
EC16	Aumento da participação de recursos renováveis e recicláveis, bem como reusar materiais e componentes em diferentes fluxos após o fim da vida útil; investimentos em desenvolvimento de novas fontes de matérias primas; investimentos em readequação de processos em circuito fechado, como exemplos: o aproveitamento de soda caustica e aproveitamento de linhas de vapor em mais um processo.	redução de custos de materias primas, insumos e de embalagens; eliminação de desperdícios; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da capacitação pessoal e da saúde pública
EC17	O setor PCP altera os fluxos lineares e ou semicirculares para fluxos (ciclos) fechados	Ganhos direto com recuperação e reciclagem dos materiais que eram descartados; criação de valor; redução de custos com materiais; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida da sociedade
EC18	Considera no programa de produção o foco na premissa de fechar ciclos, nas ações de correção de problemas promovendo a eliminação dos impactos ambientais	Ganhos direto com recuperação e reciclagem dos materiais que eram descartados; criação de valor; estímulo à inovação e ecodesign; melhoria contínua; redução de custos com materiais; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da qualidade de vida da sociedade
EC19	Investimentos em infraestrutura e estabelecimento de objetivos para cumprir com prazos determinados para o atendimento da utilização de tecnologias de energias limpas e materiais de fontes renováveis; adoção do desdobramento de pontos em ações; estudo para cada processo de fabricação buscando a viabilidade dessas ações, com responsáveis e prazos.	cogeração energética e uso de energia limpa; redução de custos com insumo energético; redução dos impactos negativos ambientais;
EC20	implementação de usinas, fazendas agrícolas próprias ou de terceiros integradas às cadeias de suprimentos com sistema de gestão ambiental único; implementação de metas para atingir a agenda 2030; adoção plena da sustentabilidade e circularidade; implantação de tecnologias inovadora se habilitadoras para indústria 4.0 para utilização de matérias primas renováveis biológicas e de energia limpa	redução de custos de matérias primas; insumos (principalmente relativos a água) e de embalagens; eliminação de desperdícios; cogeração energética; emprego de energia limpa; redução de emissão de poluentes e descartes; melhoria da capacitação pessoa e da saúde pública; redução de custos para aquisição de água; reaproveitamento das águas residuais; redução do impacto negativo ambiental

Fonte: O autor

Pelo exposto, os resultados encontrados mostram que o grau de implantação das práticas de EC nas indústrias têxteis de grande porte localizadas no Brasil é superior ao grau das PMEs.

Esse achado é relativamente esperado, porque as grandes empresas têm recursos para o investimento, bem como, tendem a implantar práticas da EC para se tornarem aptas ao fornecimento de bens e serviços para o mercado estrangeiro.

O aspecto inovador desse achado está no primeiro estudo realizado que avalia o grau de implantação de práticas de EC por parte de indústrias têxteis. Com isso, as grandes empresas têxteis quando são adeptas a práticas da EC obtêm vantagens econômicas, além de contribuir com a sociedade em termos de eliminação da poluição.

Portanto, condiz com a ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (2017a) que a EC reorganiza o crescimento, objetivando os benefícios positivos no âmbito social dissociando a atividade econômica do consumo dos recursos não renováveis e finitos; bem como pelo uso de fontes energéticas limpas, renováveis e não poluidoras. A circularidade promove capital econômico, natural e social.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES

Esta pesquisa ampliou a teoria existente ao avaliar quantitativamente e mostrar como está ocorrendo a transição das práticas implantadas de P+L para a EC abrangendo o grau de implantação por porte (pequenas, médias e grandes) das indústrias têxteis localizadas no Brasil em todos os seus setores e processos de produção (fibras, fios, tecidos, malharia, beneficiamento, tingimento e confecção). Também, a pesquisa inovou ao realizar uma revisão sistemática da literatura que resultou em um quadro comparativo entre as práticas de P+L em relação as práticas de EC para este influente segmento industrial.

No âmbito das práticas organizacionais os resultados encontrados neste estudo permitem concluir que as pequenas indústrias têxteis transitaram para implementação de 5 práticas de EC motivadas pela redução de custos obtidos pela adoção em seus processos internos das 5 práticas de P+L. Entretanto, ainda enfrentam dificuldades para ampliação do grau de implantação de EC devido à falta de acesso a linhas de crédito, do cenário de retração atual da economia, do desconhecimento pelos tomadores de decisão a respeito das outras práticas de EC e dos benefícios socioambientais. Este estudo mostra quais as práticas de EC estão relacionadas as indústrias têxteis e como estas estão sendo adotadas.

Em relação as indústrias de médio porte os achados mostraram que também são influenciadas pelos benefícios econômicos decorrentes da implementação das 8 práticas de P+L para efetuar a transição para EC. Além disso, como são fornecedoras de componentes, sub-produtos ou produtos para indústrias de grande porte, são requeridas a desenvolver um sistema de gestão ambiental de maior magnitude, implantar práticas de sustentabilidade e de capacitação de seus funcionários. Assim, como possuem a capacidade de efetuar alguns investimentos, estas indústrias promoveram avanços de modernização e aquisição de tecnologias inovadoras que permitiu a modernização de seu sistema produtivo atendendo as exigências básicas. Este incremento, também permitiu novos horizontes que permite disputar e até vencer concorrências internacionais para exportar seus produtos para países desenvolvidos.

As indústrias de grande porte implantaram práticas de EC influenciadas por ganhos econômicos, mas são considerados os ganhos ambientais e sociais na tomada de decisão destas organizações. Como possuem a capacidade de fazer

grandes investimentos e objetivam serem reconhecidas pelos clientes/consumidores como uma marca que investe em sustentabilidade aplicam em seus sistemas produtivos todas as 20 práticas de EC relacionadas as 20 práticas de P+L que já implementaram. Assim, esta pesquisa possibilita um benchmarking para os gestores responsáveis pela tomada de decisões das organizações relacionado ao grau de implantação de práticas de EC de acordo com o porte da indústria têxtil.

Além disso, as indústrias estão inseridas na sociedade e a implantação de práticas de EC promove o aumento de sua capacidade produtiva sustentável contribuindo para a sociedade em relação a melhoria da saúde pública; ao aumento de empregos indiretos que impactam principalmente nas economias locais e que como consequência o aumento do poder aquisitivo destas pessoas; também estimula os conhecimentos, as capacidades, os valores e a consciência socioambiental das pessoas envolvidas. A implantação de práticas de EC ocorre pelo aumento da reutilização e reciclagem de têxteis; pelo reaproveitamento dos resíduos gerados; pela adoção de ciclos fechados nos processos produtivos; eliminação de desperdícios; otimização do uso da água e de águas residuais; da cogeração de energética e uso de energia limpa. Estas ações requerem o uso de tecnologias inovadoras e de investimentos.

A pesquisa não está isenta de limitações. A principal restrição é que a generalização dos resultados obtidos só pode ser considerada para as indústrias do segmento têxtil.

Pesquisas futuras sugerem-se considerar outros setores industriais desde que orientados por meio dos métodos e estatísticas apresentados neste estudo. Também como proposta para pesquisas futuras a mudança do critério que definiu o porte da organização, ao invés de número de funcionários utilizar como parâmetro a receita anual.

REFERÊNCIAS

ABIT – Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções. 2017. Disponível em: <https://www.abit.org.br/cont/brasil-textil-2017-login>. Acesso em: 24 mai.2019.

_____. 2019. Disponível em: <http://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor>. Acesso em: 22 nov. 2019.

ADAPA, S. Indian smart cities and cleaner production initiatives–Integrated framework and recommendations. **Journal of Cleaner Production**, v.172, p. 3351-3366, 2018.

ALKAYA, E., DEMIRER, G. N. Sustainable textile production: a case study from a woven fabric manufacturing mill in Turkey. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 595-603, 2014.

AMINDOUST, A., SAGHAFINIA, A. Textile supplier selection in sustainable supply chain using a modular fuzzy inference system model. **Journal of the Textile Institute**, v. 108, n. 7, p. 1250-1258, 2016.

BASS, L. W. Cleaner production: beyond projects. **Journal of Cleaner Production**, v. 3, n. 1, p. 55-59, 1995.

BERLIM, L. **Moda e Sustentabilidade: uma reflexão necessária**. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2012.

BOYLE, C. Education, sustainability and cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v.7, n. 1, p.83-87, 1999.

BRYMAN, A. **Research methods and organization studies**. London: Routledge, 2003.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2020. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/documentos/>. Acesso em 30 abr. 2020.

CHERTOW, M. R. The IPAT Equation and Its Variants Changing Views of Technology and Environmental Impact. **Stockton College of New Jersey**, v. 1, p. 1-17. 2000.

CNTL – Centro nacional de tecnologias limpas. **Manual de Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Rio Grande do Sul: SENAI-RS. Porto Alegre. 2003.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences** Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, 1988.

CRESWELL, J. W. **Research design – qualitative and quantitative approaches**, 3. ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2009.

ELIA, V., GNONI, M. G., TORNESE, F. Measuring circular economy strategies through index methods: A critical analysis **Journal of Cleaner Production**, v.142, p. 2741-2751. 2017.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. Oxford, UK: Capstone Publishing Limited, 1997.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards the Circular Economy: Opportunities for the Consumer Goods Sector. 2015a. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/reports/ce2015>. Acesso em: 10 jan. 2020.

_____. Delivering the Circular Economy: a Toolkit for Policymakers. 2015b. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/delivering-the-circular-economy-a-toolkit-for-policymakers>. Acesso em 10 jan. 2020.

_____. New Textiles Economy: Redesigning Fashion's Future. 2017a. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications>. Acesso em: 15 dez. 2019.

_____. Circular economy concepts. 2017b. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/economia-circular/conceito>. Acesso em: 23 dez. 2019.

_____. Circular Economy System Diagram. 2018. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/interactivediagram>. Acesso em: 23 dez. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. Towards a Circular Economy: a Zero Waste Programme for Europe, 2014. Disponível em: [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/pdf/?uri=celex:2014sc0206r\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/txt/pdf/?uri=celex:2014sc0206r(01)). Acesso em 23 dez. 2019.

_____. Report from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee. 2017. Disponível em: https://ec.europa.eu/environment/circulareconomy/implementation_report.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

FAUL, F., ERDFELDER, E., BUCHNER, A., LANG, A.G. Statistical power analyses using G*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. **Behavior Research Methods**, v. 41, p. 1149-1160, 2009.

FORZA, C. Survey research in operation management: a process-based perspective. **International Journal of Operations & Production Management**, v. 22, n. 2, p. 152-194, 2002.

FRIJNS, J., VAN VLIET, B. Small-scale industry and cleaner production strategies. **World Development**, v. 27, n. 6, p. 967-983, 1999.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Observatório Covid 19. 2020. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/impactos-sociais-economicos-culturais-e-politicos-da-pandemia>. Acesso em 01 out. 2020.

GALLUP, J., MARCOTTE, B. An assessment of the design and effectiveness of the Environmental Pollution Prevention Project (EP3). **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 3, p. 215-225, 2004.

GAO, C., HOU, H., ZHANG, J., ZHANG, H., GONG, W. Education for regional sustainable development: experiences from the education framework of HHCEPZ Project. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 994-1002, 2006.

GENG, Y., DOBERST, B. Developing the circular economy in China: Challenges and opportunities for achieving 'leapfrog development'. **The International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, v. 15, p. 231-239, 2008.

GENG, Y., FU, J., SARKIS, J., XUE, B. Towards a national circular economy indicator system in China: an evaluation and critical analysis **Journal of Cleaner Production**, v. 12, p. 216-224, 2012.

- GHAZINOORY, S., HUISINGH, D. National program for cleaner production (CP) in Iran: a framework and draft. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 2, p. 194-200, 2006.
- GHISELLINI, P., CIALINI, C., ULGIATI, S. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay environmental and economic systems. **Journal of Cleaner Production**, v.114, p.11-32, 2016.
- GHISELLINI, P., JI, X., LIU, G., ULGIATI, S. Evaluating the transition towards cleaner production in the construction and demolition sector of China: A review. **Journal of Cleaner Production**, v. 195, p. 418-434, 2018.
- GIANNETTI, B. F., ALMEIDA, C. M. V. B. **Ecologia industrial: conceitos, ferramentas e aplicações**. São Paulo: Edgard Blücher, 2006.
- GIANNETTI, B. F. et al. Inventário de ciclo de vida da manufatura de seringas odontológicas. **Produção**, v. 18, n. 1, p. 155-169, 2008.
- GLAVIČ, P., LUKMAN, R. Review of sustainability terms and their definitions. **Journal of Cleaner Production**, v.15, n. 18, p. 1875–1885, 2007.
- Good, P. I. (2013). Introduction to statistics through resampling methods and R. John Wiley & Sons.
- GOOD, P. I. **Introduction to statistics through resampling methods and R**. John Wiley & Sons, 2013.
- GOPINATH, A., BAHURUDEEN, A., APPARI, S., NANTHAGOPALAN, P. A circular framework for the valorisation of sugar industry wastes: Review on the industrial symbiosis between sugar, construction and energy industries **Journal of Cleaner Production**, v. 203, p. 89-108, 2018.
- GUO, H. C., CHEN, B., YUC, X. L., HUANG, G. H., LIU, L., NIE, X. H. Assessment of cleaner production options for alcohol industry of China: a study in the Shouguang alcohol factory. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, n. 1, p. 94-103, 2006.
- HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., TATHAM, R. L. **Multivariate data analysis**. 6. ed. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2006.
- HAIR JR, J. F., HULT, G. T. M., RINGLE, C., SARSTEDT, M. **A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)**. London: Sage Publications. 2016.
- HALE, M. Ecolabelling and cleaner production: principles, problems, education and training in relation to the adoption of environmentally sound production processes. **Journal of Cleaner Production**, v.4, n. 2, p. 85-95, 1996.
- HARLOW, L. L. **The essence of multivariate thinking: basic themes and methods**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2005.
- HENS, L., BLOCK, C., CABELLO-ERAS, J. J., SAGASTUME-GUTIEREZ, A., GARCIA-LORENZO, D., CHAMORRO, C., VANDECASTEELE, C. On the evolution of “Cleaner Production” as a concept and a practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 3323-3333, 2018.
- HU, J., XIAO, Z., ZHOU, R., DENG, W., WANG, M. Ecological utilization of leather tannery waste with circular economy model. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 221-228, 2011.

IBRAHIM, N. A., KHALIL, H. M., EID, B. M. A cleaner production of ultra-violet shielding wool prints. **Journal of Cleaner Production**, v. 92, p. 187-195, 2015.

KALMYKOVA, Y., SADAGOPAN, M., ROSADO, L. Economia circular - da revisão de teorias e práticas ao desenvolvimento de ferramentas de implementação. **Resources, Conservation and Recycling**, 135, 190-201, 2018.

KHALILI, N. R., DUECKER, S., ASHTON, W., CHAVEZ, F. From cleaner production to sustainable development: the role of academia. **Journal of Cleaner Production**, v. 9, p. 30-43, 2015.

KIRCHHERR, J., REIKE, D. HEKKERT, M. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.

KLEWITZ, J., HANSEN, E. G. Sustainability-oriented innovation of SMEs: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 57-75, 2014.

KORHONEN, J., NUUR, C., FELDMANN, A., BIRKIE, S. Circular economy as an essentially contested concept. *Journal Cleaner Production*, v. 175, p.544–552, 2018.

LI, H., BAO, W., XIU, C., ZHANG, Y. Energy conservation and circular economy in China's process industries. **Energy**, v.35, p. 4273–4281, 2010.

LIEDER, M., RASHID, A. Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry. **Journal of Cleaner Production**. v.115, p.36-51, 2016.

LIKERT, R. A technique for measurement of attitudes. **Archives of Psychology**, v. 140, p. 5-55, 1932.

LOPEZ, F. J. D., TON BASTEIN, T., TUKKER, A. Business Model Innovation for Resource eficiente, Circularity and Cleaner Production: What 143 cases tell us. **Ecological Economics**, v. 155, p. 20–35, 2019.

LUDEKE-FREUND, F., GOLD, S., BOCKEN, N. M. P. A review and typology of Circular Economy Business Model Patterns. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 36-61, 2019.

LUKEN, R. A., NAVRATIL, J. A programmatic review of UNIDO/UNEP national cleaner production centers. **Journal of Cleaner Production**, v. 12, n. 3, p. 195-205, 2004.

MEATH, C., LINNENLUECKE, M., GRIFFITHS, A. Barriers and motivators to the adoption of energy savings measures for small-and medium-sized enterprises (SMEs): the case of the Climate Smart Business Cluster program. **Journal of Cleaner Production**, v. 112, p. 3597-3604, 2016.

MEHLER, J. R. Desafios da indústria têxtil e as demandas de sustentabilidade. **Diálogos Interdisciplinares**, v. 2, n. 2, p.1-25, 2013.

MENDOZA, J. M. F., D'APONTE, F., GUALTIERI, D., AZAPAGIC, A. Disposable baby diapers: Life cycle costs, eco-efficiency and circular economy. **Journal of Cleaner Production**, v. 211, p. 455-467, 2019.

NAUSTDALSLID, J. Circular economy in China – the environmental dimension of the harmonious Society. **International Journal of Sustainable Development & World Ecology**. v. 21, n. 4, p. 303–313, 2014.

OLIVEIRA NETO, G. C., GODINHO FILHO, M., GANGA, G. M. D., NAAS, I. A., VENDRAMETTO, O. **Práticas e ferramentas da produção mais limpa: um estudo exploratório em indústrias brasileiras**. Gest. Prod., São Carlos, v. 22, n. 2, p. 326-344, 2015.

OLIVEIRA NETO, G. C., LEITE, R. R., SHIBAO, F. Y., LUCATO, W. C. Framework to overcome barriers in the implementation of cleaner production in small and medium-sized enterprises: multiple case studies in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, p. 142, v. 50-62, 2017.

OLIVEIRA NETO, G. C., PINTO, L. F. R., AMORIM, M. P. C., GIANNETTI, B. F., ALMEIDA, C. M. V. B. A framework of actions for strong sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 196, p. 1629-1643, 2018.

OLIVEIRA NETO, G. C., TUCCI, H.N. P., CORREIA, J. M. F., SILVA, P. C., SILVA, V. H. C., GANGA, G. M. D. Assessing the implementation of cleaner production and company sizes: Survey in textile companies. **Journal Engineered Fibers and Fabrics**, v. 15, p. 1-16, 2020.

OLIVEIRA NETO, G. C., VENDRAMETTO, O., NAAS, I. A., PALMERI, N. L., LUCATO, W. C. (2016). Environmental impact reduction as a result of cleaner production implementation: a case study in the truck industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 129, p. 681-692, 2016.

PERIYASAMY, A. P., WIENER, J., MILITKY, J. Life-cycle assessment of denim. **Sustainability in Denim: Woodhead Publishing**, v. 1, p. 83-110, 2017.

PULSE – Fashion industry Report. 2018. Disponível em: <https://www.globalfashionagenda.com/2018-pulse-of-the-fashion-industry-report-your-opinion-needed>. Acesso em: 25 abr. 2020.

SAN, V., SPOANN, V., SCHMIDT, J. Industrial pollution load assessment in Phnom Penh, Cambodia using in industrial pollution projection system. **Sci. Total Environ**. v. 615, p. 990-999, 2018.

SEVERO, E. A., DE GUIMARÃES, J. C. F., DORION, E. C. H. Cleaner production, social responsibility and Eco innovation: Generations' perception for a sustainable future. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 91-103, 2018.

SHI, H., PENG, S. Z., LIU, Y., ZHONG, P. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 16, n. 7, p. 842-852, 2008.

SILVESTRE, B. S., SILVA NETO, R. Are cleaner production innovations the solution for small mining operations in poor regions? The case of Padua in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, v. 84, p. 809-817, 2014.

SOUSA-ZOMER, T. T., MAGALHÃES, L., ZANCUL, E., CAMPOS, L. M., CAUCHICK-MIGUEL, P. A. Cleaner production as an antecedent for circular economy paradigm shift at the micro-level: evidence from a home appliance manufacturer. **Journal of Cleaner Production**, v. 185, p. 740-748, 2018.

STHLE, L., WOLD, S. Analysis of variance (ANOVA). **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems**, v. 6, n. 4, p. 259-272, 1989.

SUAREZ-EIROA, B., FERNANDEZ, E., MENDEZ-MARTINEZ, G., SOTO-OÑATE, D. Operational principles of circular economy for sustainable development: Linking theory and practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 214, p. 952-961, 2019.

THIETART, R. A. **Doing management research**. 1. ed. London: Sage, 2001.

TRIOLA, M. F. **Elementary statistics with multimedia study guide**. Boston, MA: Pearson Addison Wesley, 2008.

VANALLE, R. M., GANGA, G. M. D., FILHO, M. G., LUCATO, W. C. Green supply chain management: An investigation of pressures, practices, and performance within the Brazilian automotive supply chain. **Journal of Cleaner Production**, v. 41, p. 270-282, 2017.

VAN BERKEL, R., WILLEMS, E., LAFLEUR, M. The relationship between cleaner production and industrial ecology. **Journal of Industrial Ecology**, v.1, n. 1, p.51-66, 1997.

VAN BERKEL, R. Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996–2004. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n.8-9, p. 741-755, 2007.

VIEIRA, L. C., AMARAL, F. G. Barriers and strategies applying Cleaner Production: a systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v.113, p. 5-16, 2016.

UNEP - United Nations Environment Programme – Environmental Agreements and Cleaner Production 2006. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/7718/Environmental%20Agreements%20and%20Cleaner%20Production-2007784.pdf?sequence=4&isAllowed=y>. Acesso em: 22 nov. 2019.

_____. The emissions gap report 2015. Disponível em: <https://www.unenvironment.org/resources/emissions-gap-report-2015>. Acesso em: 22 nov. 2019.

UNIDO – United Nations Industrial Development Organization. Cleaner Production Programme. 2008. Disponível em: <http://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/Alhilali.pdf>. Acesso em 15 abr. 2020.

WALMSLEY, T. G., VARBANOV, P. S., SU, R., ONG, B., LAL, N. Frontiers in process development, integration and intensification for circular life cycles and reduces emissions. **Journal of Cleaner Production**, v.113, p.5-16, 2018.

WINANS, A., KENDALL, A., DENG, H. The history and current applications of the circular economy concept. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 68, p. 825-833, 2017.

WINKLER, H. Closed-loop production systems—A sustainable supply chain approach. **CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology**, v. 4, n. 3, p. 243-246. 2011.

YAP, N.U. Towards a circular economy: progress and challenges. **Greener Management International**, v. 50, p. 11-24, 2005.

ZHANG, X., WEI, Y., PAN, H., XIAO, H., WU, J., ZHANG, Y. The comparison of performances of a sewage treatment system before and after implementing the cleaner production measure. **Journal of Cleaner Production**, v. 91, p. 216-228, 2015.