

A ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA 4.0 COMO FONTE DE COMPETITIVIDADE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA NO CONTEXTO MUNDIAL

WERLLEM VALENTE RODRIGUES DANTAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

VANESSA LETÍCIA DE VASCONCELOS NOGUEIRA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ - UFPA

CRISTIANO DESCOVI SCHIMITH

ANNIBAL JOSÉ RORIS RODRIGUEZ SCAVARDA DO CARMO

Resumo

A competitividade das organizações hoje passa pela capacidade dos países em ter uma produção sustentável, com um menor custo de produção, reduzindo ou eliminando desperdício e inserindo tecnologia de automação no seu parque industrial. Na atualidade, a sustentabilidade e a tecnologia são as fronteiras que as organizações tentam chegar para experimentar um mercado novo e com concorrentes realmente preparados para competirem entre si. O objetivo deste artigo é propor como o modelo conceitual da Economia Circular e da Indústria 4.0 pode melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial. Esta pesquisa é necessária para gerar uma reflexão teórica do papel do Brasil no cenário mundial em relação aos novos paradigmas econômicos que estão surgindo, e as novas tecnologias que estão sendo implantadas nos parques industriais pelo mundo. As principais modificações e políticas sugeridas geram vantagem competitiva às indústrias brasileiras seria a mudança do modelo de desenvolvimento brasileiro, da economia tradicional para a Economia Circular. Com base no modelo da indústria 4.0 a sugestão seria a modernização do parque industrial brasileiro para diminuir a desindustrialização e aumentar o desenvolvimento de tecnologia nacional.

Palavras Chave

Economia Circular, Indústria 4.0, Competitividade

Agradecimento a órgão de fomento

Agradecimento ao órgão de fomento por propiciar aos pesquisadores oportunidades de divulgações em âmbito internacional. A pesquisa científica é fundamental para o desenvolvimento econômico e social de um país.

A ECONOMIA CIRCULAR E A INDÚSTRIA 4.0 COMO FONTE DE COMPETITIVIDADE DA AMAZÔNIA BRASILEIRA NO CONTEXTO MUNDIAL

1. INTRODUÇÃO

A competitividade das organizações hoje passa pela capacidade dos países em ter uma produção sustentável, com um menor custo de produção, reduzindo ou eliminando desperdício e inserindo tecnologia de automação no seu parque industrial. Essas condições são características elementares da Economia Circular (EC) e da Indústria 4.0, desde as suas concepções. Desta forma, muitos países em todos os continentes vêm adotando esse novo modelo econômico e a modernização dos seus parques industriais.

A Economia Circular busca implantar um novo modelo de negócio e eficiência e eficácia no uso dos recursos naturais (DE ANGELIS, 2020) e está diretamente ligada ao modo de consumo de recursos da sociedade atual e como esse consumo impactará as gerações futuras (PIERONI, MCALOONE e PIGOSSO, 2021).

A Indústria 4.0 baseia sua tecnologia na Internet das coisas - IoT inseridas no processo de produção. Isso faz com os custos de produção sejam reduzidos por meio da automatização e robotização do processo produtivo dentro das unidades fabris, possibilitando a personalização da produção de acordo com o cliente. Além disso, aumenta a produtividade e reduz ou elimina o desperdício de recursos das organizações (VAIDYA, AMBAD, BHOSLE, 2018; BAL, ERKAN, 2019; GHOBAKHLOO, 2020; JABBOUR et al., 2020).

Hoje a sustentabilidade e a tecnologia são as fronteiras que as organizações tentam chegar para experimentar um mercado novo e com concorrentes realmente preparados para competirem entre si. Nessa competição, os maiores favorecidos são o meio ambiente, a sociedade e o mercado, promovendo um ambiente sustentável em todos os aspectos (GARCIA-MUIÑA et al., 2018, LEMOS, 2018).

No Brasil, boa parte dos conceitos, princípios e práticas da EC e da indústria 4.0 estão em fase embrionária ou em desenvolvimento e seu processo de competitividade nessa área ainda está sendo estudado. Portanto, estudos ainda precisam ser feitos para propor e medir a competitividade do Brasil e do seu parque industrial no mercado global, para isso a presente pesquisa possui a seguinte indagação:

Como o modelo conceitual da economia circular e da indústria 4.0 podem melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial?

Para responder a esse questionamento, o objetivo deste artigo é propor como o modelo conceitual da economia circular e da indústria 4.0 pode melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial.

Esta pesquisa é necessária para poder observar qual o papel do Brasil no cenário mundial em relação aos novos paradigmas econômicos que estão surgindo, e as novas tecnologias que estão sendo implantadas nos parques industriais pelo mundo. Neste aspecto, com a implantação da economia circular e a disseminação da Indústria 4.0, o cenário competitivo fica mais difícil, pois para poder competir os países precisam se adequar a essa nova realidade, e essa velocidade de adequação está diretamente ligada ao sucesso competitivo.

O presente estudo está dividido em 6 sessões, iniciando pela introdução e todo o contexto do trabalho, logo após temos o referencial teórico, com a revisão da teoria. Em seguida temos os procedimentos metodológicos e a discussão dos resultados e por fim é apresentada a conclusão das referências do trabalho.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 A origem, o modelo, os princípios e as limitações da economia circular.

A Economia Circular é um dos temas mais buscados e discutidos em várias partes do mundo para refletir sobre economia, meio ambiente, recursos e competitividade. Isso ocorre devido aos países e as organizações começarem a se preocupar com os eventos climáticos extremos e ao uso dos recursos naturais não renováveis a curto prazo, principalmente em áreas urbanas e o quanto isso pode afetar empresas e países. Outro ponto em que está concentrada a EC é alcançar um melhor equilíbrio e harmonia entre economia, ambiente e sociedade.

A EC é uma estrutura confiável capaz de melhorar radicalmente o modelo de negócio atual, implantando o desenvolvimento eco-industrial preventivo e regenerativo, bem como proporcionar um maior bem-estar com base no ambiente recuperado e na preservação da integridade da pessoa humana (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016).

A EC surgiu como um conceito guarda-chuva em 2010 (Blomsma e Brennan, 2017), e prevê a realização de um sistema econômico mais eficiente e eficaz em termos de utilização de recursos com o intuito de estreitar, desacelerar e fechar os fluxos de materiais e energia (Bocken et al., 2016; Emf, 2015) A EC é frequentemente vista como um meio de alcançar a sustentabilidade, mas com um foco na economia e nas dimensões ambientais (GEISSDOERFER et al., 2017a).

A Economia Circular teve sua base sustentada na Economia Ecológica ou Eco econômica, na Teoria Geral dos Sistemas, na Teoria da Ecologia Industrial, cuja deram origem aos seus conceitos princípios e modelos (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016).

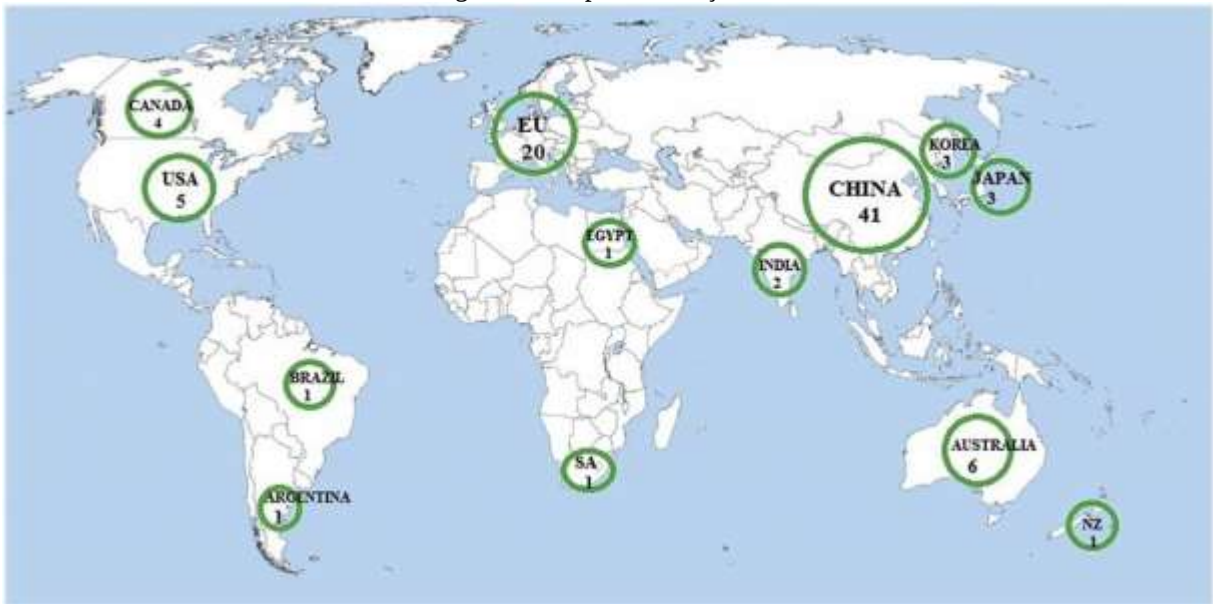
A EC, além de suas bases fundamentadas e observáveis possui princípios que norteiam sua teoria e sua implementação. Os princípios da EC são a característica do 1) *Projeto a ser implantado*: desmontagem, reuso ou reciclagem; a 2) *Redução*: está ligada diretamente ao Design; o 3) *Reuso*: maior utilização dos materiais; a 4) *Reciclagem*; a 5) *Reclassificação dos materiais*; e a utilização da 6) *Energia Renovável* (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016, DE ANGELIS, 2020, ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020).

Esses princípios determinam a forma como a Economia circular vai ser implantada em cada país e organização. O sucesso na implantação em cada um desses princípios determina o grau e o avanço da Economia Circular em cada país e em suas organizações e também o grau de utilização, o bom uso e o reuso de recursos e como esses países estão posicionados em uma escala global (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; BOCKEN, et al., 2016, ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020);

Contudo, a EC tem suas limitações no âmbito teórico prático. Para a implantação da Economia Circular, é preciso impulsioná-la, não mais como uma alternativa, mas como uma forma concreta de modelo econômico e um novo padrão de consumo: o consumo consciente (PIERONI, MCALOONE e PIGOSSO, 2021).

No entanto, ainda existe uma disparidade entre países que já implementaram a EC e aqueles que a implantação ainda está em fase embrionária, como podemos observar na figura 1 abaixo.

Figura 1 – Mapa distribuição continente



Fonte: Adaptado de Ghisellini, Cialani e Ulgiati (2016), em que mostra os estudos de casos feitos em cada continente.

As principais limitações estão na EC na conscientização e nas políticas econômicas de cada país. Esses enfrentamentos estão diretamente ligados às implantações da EC dentro de cada país. As políticas ligadas EC visam mudar a forma como são produzidos os produtos e a forma como são utilizados esses recursos no processo produtivo. Políticas voltadas para a redução o reuso e a reciclagem de materiais e formas alternativas de Energia renovável (GHISELLINI, CIALANI, ULGIATI, 2016; HOPKINSON, et al., 2018; PIERONI, MCALOONE e PIGOSSO, 2019).

A Economia circular já está presente em todos os continentes, porém não em todos os países desses continentes. O continente que mais se destaca em EC é a Ásia, com quatro países, sendo estes a China, Coréia, Japão e Índia. Logo em seguida vem a Europa, que se apresenta em bloco com os seus países. Logo depois vem a Oceania com a Austrália e a Nova Zelândia. Após vem o Continente Americano com quatro representantes entre Estados Unidos, Canadá, Argentina e o Brasil. E por fim, o Continente Africano com dois representantes, o Egito e a África do Sul (SILVA, et al., 2019).

Dentre os países que já implementaram a EC e os que estão implementando, a China é o país que mais se destaca (BOCKEN, et al., 2016; HOPKINSON, et al., 2018; MITROVIĆ; VESELINOV; 2018). Isso ocorre porque a China institucionalizou a EC em suas políticas de Estado, levando a EC de cima para baixo, ou seja, da cúpula de seu governo até as ações operacionais. Isso só foi possível por que a China, em todo o seu território uma quantidade finita e limitante de recursos que possam manter a sua população e seu mercado. Por conta disso, os princípios da EC e a sua prática são disseminadas e fazem parte do sistema de competitividade do país com o resto do mundo (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; MITROVIĆ, VESELINOV, 2018; LEMOS, 2018; ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020)

Assim como a China, a Europa se destaca por implantar em todo o seu bloco econômico, mesmo que de forma parcial, a EC. Isso se reflete nas políticas ambientais e de produção que o país vem aderindo e implantando em suas indústrias, como a diminuição na emissão nas taxas de carbono e a produção de produtos mais sustentáveis (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; PIERONI, MCALOONE e PIGOSSO, 2021).

2.2 A origem, o modelo, os princípios e as limitações da indústria 4.0.

A indústria 4.0 surge no contexto das revoluções industriais que ocorreram no início do século XVIII e nos seus aprimoramentos e evoluções. Desde a invenção da máquina a vapor e a sua inserção no processo fabril, inicia-se assim a industrialização. Após a máquina a vapor marcada como símbolo da primeira Revolução Industrial, a Produção em Massa alimentada pela eletricidade e os combustíveis fósseis deram seguimento e protagonizaram a Segunda Revolução Industrial.

A terceira revolução industrial surge com a evolução da segunda e com o surgimento dos controles de produção, dos sistemas de Tecnologia da Informação para a automação isso fez com que a produção industrial avançasse e chegasse a quarta revolução em que se usa a Internet das Coisas (IoT), pela flexibilização da produção e da produção personalizada.

A Indústria 4.0 é uma abordagem apresentada pela primeira vez na feira de Hannover na Alemanha em 2011. A essência dessa abordagem consiste no uso de máquinas e sistemas de produção que não requerem mão de obra e operam independentemente de pessoas (BAL; ERKAN, 2019). O termo Indústria 4.0 significa a quarta revolução industrial que se define como um novo nível de organização e controle sobre toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos, e está voltada, cada vez mais, para a produção individualizada (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018).

O objetivo central da Indústria 4.0 é atender às necessidades individuais dos clientes que afetam áreas como gestão de pedidos, pesquisa e desenvolvimento, comissionamento de fabricação, entrega até a utilização e reciclagem de produtos (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; GHOBAKHLOO, 2020).

Os componentes que fazem parte da Indústria 4.0 mudaram completamente os rumos da produção industrial e podem ser listados como big data, robôs autônomos, realidade aumentada, manufatura aditiva, computação nas nuvens, segurança cibernética, internet das coisas, integração e simulação. Todos esses componentes são responsáveis pelo desenvolvimento de tecnologias que facilitam a produção (BAL, ERKAN, 2019; GHOBAKHLOO, 2020)

A indústria 4.0 chegou quebrando os paradigmas da produção tradicional e sua relação com a cadeia de produção. A indústria 4.0 trouxe a possibilidade de inserir no meio produtivo a inteligência artificial e os modelos autônomos de produção sem a utilização de mão de obra humana (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; BAL, ERKAN, 2019; JABBOUR, et al., 2020).

Outra característica muito importante da Indústria 4.0 é a conectividade. Ela está presente em toda a cadeia produtiva, desde o acionamento feito pelo cliente até a entrega do produto ao consumidor final. Tudo isso podendo ser acessado pela internet e pelos sistemas de informações que permitem o acompanhamento em tempo real da produção (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018).

A indústria 4.0 está ligada também a uma visão de sustentabilidade. Pois ao mesmo tempo que moderniza os parques industriais pelo mundo, torna-os mais eficientes e eliminam ou reduzem a níveis consideráveis os desperdícios de recursos e matéria prima. Isso torna a pressão ao meio ambiente menor (GHOBAKHLOO, 2020; JABBOUR, et al., 2020)

Além disso a demanda por energia limpa e renovável é uma constante crescente para a indústria 4.0, isso permite a redução da emissão de carbono na atmosfera e permite às organizações incentivos fiscais e investimentos para a melhoria de seu parque industrial (BONGOMIN, et al., 2020; BAG, et al., 2020).

Nos estudos sobre Economia Circular e Indústria 4.0, alguns pontos têm chamado atenção dos pesquisadores, alguns deles estão voltados para a contribuição dos preceitos da Indústria 4.0 para a EC. Isso ocorre porque alguns conceitos e métodos se cruzam ao longo de suas formulações e práticas. Um desses pontos em comum é a utilização de recursos por ambas

(TSENG, et al., 2018; RAJPUT, SINGH 2019; DEV, SHANKAR e QAISER, 2020).

A utilização e reutilização de recursos são os pontos chaves tanto da EC, quanto da Indústria 4.0. Enquanto para a EC o uso dos recursos ocorre pela utilização racional e indispensável desses recursos, bem como a reutilização e reciclagem dos mesmos, para evitar contaminações, perdas e transtorno ao meio ambiente, a Indústria 4.0 prima pela utilização eficiente dos recursos eliminando ou reduzindo ao máximo o desperdício de matéria prima no processo de produção (RAJPUT, SINGH, 2019); CEZARINO, et al. 2019; JABBOUR, et al., 2020).

Outro ponto em comum entre a EC e a Indústria 4.0 é a utilização da tecnologia para a modificação do design dos produtos, tornando mais eficientes e utilizando uma quantidade menor de recursos. Outro ponto em comum entre as duas, é a possibilidade de conscientizar as pessoas para a utilização de produtos com a pegada ecológica voltada para o desenvolvimento sustentável (JABBOUR, et al., 2020; DEV, SHANKAR e QAISER, 2020)

2.2 A relação da competitividade com a economia circular e a indústria 4.0

Ao analisar a EC e a Indústria 4.0 pela perspectiva da competitividade dos países que as adotam e da vantagem competitiva que as organizações ganham, observamos que existe um grande caminho e uma grande possibilidade de mercado a ser explorada. Isso acontece porque ambas trabalham a perspectiva da inovação, redução de custos de produção, redefinição do Design dos produtos e da captação instantânea das necessidades dos clientes (GARCIA-MUIÑA, et al., 2018; LEMOS, 2018; ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020).

Da perspectiva da competitividade, os países e as organizações que as adotarem terão seus dispor elementos que possibilitaram trabalhar tanto a diferenciação por posicionamento de seus países e organizações (Porter, 1985, Garcia-Muiña, Et Al., 2018; Lemos, 2018), quanto pela vantagem competitiva por meio de seus recursos e capacidades inerentes (BARNEY, 1986a; MITROVIĆ, VESELINOV; 2018; BARNEY, 2001).

A inovação também faz parte do ambiente competitivo tanto da EC quanto da Indústria 4.0. Pois é por meio da inovação que as organizações criam possibilidades para gerar diferenciação e vantagem competitiva no mercado. Nesse mesmo contexto, o investimento em tecnologia diminui os custos de produção e aumenta a eficiência do processo tanto na EC quanto na Indústria 4.0 (CEZARINO, et al., 2019, PIERONI, MCALOONE e PIGOSSO, 2021).

2.3 O desenvolvimento da economia circular e da indústria 4.0 no Brasil

Ao analisarmos as economias emergentes em relação a EC e a indústria 4.0 observamos um quadro com grandes discrepâncias entre a teoria, as políticas para a implantação e a prática. O processo de implantação das políticas voltadas para o desenvolvimento tanto da Indústria 4.0 quanto da EC, ainda esbarram nas barreiras da economia tradicional e no modelo de produção tradicional (CEZARINO, et al., 2019).

No aspecto da Economia Circular tanto em economias emergentes, quanto especificamente no Brasil, ainda sofrem resistência por parte do modelo de economia tradicional que ainda está enraizado em nosso sistema econômico. Contudo, tivemos avanço, quando tratamos das políticas nacionais dos resíduos sólidos, da reciclagem e da reutilização de materiais que ainda podem ter um ciclo de vida maior (CEZARINO, et al., 2019; COSENZA, DE ANDRADE e DE ASSUNÇÃO, 2020; BONGOMIN, et al., 2020).

Outro avanço que se observa ainda na EC no Brasil são as políticas de incentivos a negócios e indústrias menos poluidoras, garantindo incentivos fiscais e redução de impostos ao utilizarem uma cadeia produtiva mais limpa.

No âmbito da indústria 4.0, o Brasil se mostra um país promissor e possivelmente adepto

aos processos de inovação propostos pela indústria 4.0. Contudo, o processo de produção industrial brasileiro que mais se aproxima dos preceitos da indústria 4.0 é o da indústria automobilística (PEREIRA, DE OLIVEIRA SIMONETTO, 2018; BAG, et al., 2020).

O restante do parque industrial brasileiro ainda está operando nos preceitos da segunda e da terceira revolução industrial. Isso mostra que o Brasil ainda precisa avançar no aspecto tecnológico em seu parque industrial (PEREIRA, DE OLIVEIRA SIMONETTO, 2018).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa busca trazer os conceitos fundamentais e os modelos da Economia Circular e da Indústria 4.0 e como elas podem gerar competitividade para países emergentes, entre eles o Brasil. Para isso este trabalho tem como objetivo propor como o modelo conceitual da economia circular e da indústria 4.0 pode melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial.

Para poder chegar a esse resultado esta pesquisa usa como técnica a pesquisa bibliográfica que é dividida em 7 etapas. Essas etapas mostraram como todo o trabalho foi desenvolvido (PIZZANI; et al., 2012).

- *1ª Etapa.* Delimitação do Tema e Problema: Inicialmente foi pensado qual seria o tema, o problema e o objetivo do artigo, depois foram definidos e nortearam toda pesquisa.
- *2ª Etapa.* Levantamento e Fichamento das Citações Relevantes: O levantamento das citações foram feitas em plataformas de pesquisa como a CAPES, Google Acadêmico, Science Direct e Scopus e logo em seguida foram feitos os fichamentos.
- *3ª Etapa.* Aprofundamento e Expansão das Buscas: Com base nos textos levantados foram feitas mais buscas procurando os temas seminais da Economia Circular e da Indústria 4.0.
- *4ª Etapa.* Relação das Fontes a Serem Obtidas: As fontes obtidas são primárias, pois foram extraídas diretamente de revistas conceituadas com qualis e fator de Impacto.
- *5ª Etapa.* Localização das Fontes: Todas as fontes localizadas foram de artigos online publicados em revistas conceituadas no Brasil e no exterior.
- *6ª Etapa.* Leitura e sumarização das informações.
- *7ª Etapa.* Redação do Trabalho, Apresentação dos Resultados e Conclusão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No mundo, vários países têm adotado o modelo de desenvolvimento pautado na Economia circular, tendo suas preocupações voltada para os seus recursos, e na Indústria 4.0 trazendo a tecnologia da informação para a automação e redefinição da sua cadeia produtiva focada na redução ou na eliminação do desperdício. Em ambos os casos, tornando as organizações mais competitivas (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; AMBAD, BHOSLE, 2018).

Desta forma, o presente trabalho busca propor como o modelo conceitual da economia circular e da indústria 4.0 pode melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial.

Para desenvolver a discussão sobre a relação entre a competitividade das organizações brasileiras e do país em relação aos países que adotaram como modelo de desenvolvimento a EC e a Indústria 4.0 serão feitas as relações com base na vantagem competitiva proposta Porter (1985), Barney (1986) e Barney (2001) que leva em consideração os fatores que geram competitividade entre as organizações e países e as observações competitivas feitas com base

na implantação da EC e da Indústria 4.0 ao redor do mundo.

1. Mudança no modelo do desenvolvimento.

Para o Brasil e suas organizações se inserirem no contexto internacional de competitividade de ponta, em relação à EC, inicialmente precisa fazer a transição do modelo de economia tradicional, modelo predominante na formação e no desenvolvimento industrial do país, para o modelo da Economia Circular (BONGOMIN, et al., 2020; ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020).

Esse é um desafio que aos poucos está sendo vencido com as políticas de Gestão Nacional de Resíduos e da modernização do parque industrial e da criação de um mercado voltado para produtos sustentáveis e com um ciclo de vida maior. Isso faria com que o Brasil passasse a ter uma visão voltada para a sustentabilidade e com isso atraísse investimento exterior para capitalizar seu novo modelo econômico (HOPKINSON, et al., 2018; CEZARINO, et al., 2019; SILVA, et al., 2019).

2. Adoção das políticas da economia circular.

Além do processo de mudança do modelo econômico, o Brasil precisaria adotar as políticas e práticas da Economia Circular em sua política nacional, assim como fez a China, que institucionalizou suas políticas de EC. Para isso o Brasil precisaria implantar suas políticas com os seguintes princípios:

- a. *Projeto*: O parque industrial brasileiro precisaria pensar no desenvolvimento de produtos já pensando no ciclo de vida e no processo de desmontagem, reutilização e reciclagem dos mesmos.
- b. *Redução*: Assim como pensar no ciclo de vida da indústria brasileira poderia adotar o processo de Design para reduzir o tamanho, ou a quantidade de recursos para produção de um mesmo produto e já pensar no processo de reutilização ou de reprocessamento dele.
- c. *Reuso*: Garantir a reutilização dos produtos produzidos pelas empresas brasileiras e desenvolver políticas de incentivos que fortaleça o reuso e desonere a carga tributária das empresas que trabalham com essa modalidade.
- d. *Reciclagem*: Fortalecer as políticas em relação ao Plano Nacional dos Resíduos Sólidos fomentando os mercados locais para a reciclagem e inserindo no comércio local de produtos reciclados. Iniciar o processo de reciclagem de materiais raros, reduzindo o desperdício e aumentando a eficiência.
- e. *Reclassificação dos Materiais*: Incentivar políticas para reutilização de produtos após o primeiro ciclo e quando finalizado o seu ciclo de vida, fazer a destinação correta desses resíduos para a biosfera.
- f. *Energia Renovável*: Investir em energia renovável e fomentar o uso e a mudança gradual da matriz energética para outras formas de geração de energia mais sustentável pelo menos até 50% de sua matriz energética.

Desta forma o parque industrial brasileiro seria mais eficiente em termos de utilização de recursos e consumo de energia para o processo de transformação da produção (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; HOPKINSON, et al., 2018; SILVA, et al., 2019).

3. Nova política para uso de recursos naturais.

O Brasil deveria incentivar uma nova política nacional em relação ao uso de recursos naturais para a transformação na produção, utilizando esses recursos naturais, somente quando faltarem os recursos já transformados reutilizados pela indústria. Incentivar a

utilização de recursos já transformados por meio de políticas nacionais de incentivos, criando um mercado uma demanda para esses recursos, como faz a indústria da computação (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016; HOPKINSON, et al., 2018; NASCIMENTO, et al., 2019; SILVA, et al., 2019).

4. Modernização do parque industrial Indústria 4.0 .

A modernização do parque industrial brasileiro hoje é uma necessidade para que o país possa competir globalmente. Essa é uma situação urgente, pois o país está passando por um processo de desindustrialização, vendo seu parque industrial ir para os países vizinhos na América Latina, como Uruguai, Paraguai e Argentina. Isso está ocorrendo porque as políticas de incentivo e o processo de formação de mão de obra qualificada são ineficientes e acabam encarecendo os custos de produção nacional. Com a implantação da Indústria 4.0 e novas políticas de incentivos o parque industrial brasileiro poderia se modernizar e passar a ter um papel de destaque no cenário competitivo mundial (VAIDYA, AMBAD e BHOSLE, 2018; DEV, SHANKAR e QAISER, 2020)

5. Investimento em qualificação de mão de obra.

A qualificação da mão de obra é um processo fundamental e intimamente ligado com o processo de desenvolvimento e de industrialização de um país. Essa é uma necessidade que está diretamente ligada ao processo de criação e transferência de tecnologia, além de criar cadeia de valor, que vai além da produção, mas da criação de parceiros que contribuam com o processo de crescimento e desenvolvimento do país (VAIDYA, AMBAD; BHOSLE, 2018; RAJPUT, SINGH, 2019; DEV, SHANKAR e QAISER; 2020).

6. Implantação de uma nova cadeia de suprimentos.

Para o Brasil despontar no cenário competitivo internacional, será necessário desenvolver uma nova cadeia de suprimentos com o processamento de produtos direta, ligando o cliente diretamente ao processo de produção da indústria, possibilitando a criação de produtos específicos para atender as necessidades únicas dos clientes (GARCIA-MUIÑA, et al.; 2018; ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020; BAG, et al., 2020)

7. Formação de Stakeholders

Para poder desenvolver essa nova cadeia de suprimentos, o Brasil precisa criar novos *stakeholders* capazes de atender essa nova demanda e serem capazes de fornecer matérias primas sustentáveis para o desenvolvimento de produtos sustentáveis e ecoeficientes (GARCIA-MUIÑA, et al.; 2018; ALONSO-ALMEIDA, et al., 2020; BAG, et al., 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa procurou levantar o que mais se tem discutido sobre economia circular e como ela tem influenciado na competitividade dos países que adotaram e quais foram os seus principais desafios. Com base nesse levantamento bibliográfico, procurou saber como a implementação dos modelos de Economia Circular e da Indústria 4.0 iria afetar na competitividade do parque industrial brasileiro em relação aos players globais.

Desta forma, o presente trabalho teve como objetivo propor como o modelo conceitual da economia circular e da indústria 4.0 pode melhorar a competitividade das indústrias brasileiras e do Brasil no mercado mundial.

A presente pesquisa alcançou o objetivo quando identificou os princípios de cada modelo e como eles geram competitividade para os seus países e procuramos compilar para aplicar a realidade brasileira. As principais modificações e políticas sugeridas que geram vantagem competitiva às indústrias brasileiras seria a mudança do modelo de desenvolvimento brasileiro, da economia tradicional para a Economia Circular, adoção das políticas da EC e a sua institucionalização, para ser uma política de estado.

Além de adoção das políticas, é necessária uma nova política para uso dos recursos naturais, de forma que sejam mais rígidas e contemplem a reutilização e a reciclagem como fonte primeira de obtenção de recursos para a transformação.

Com base no modelo da indústria 4.0 a sugestão seria a modernização do parque industrial brasileiro para diminuir a desindustrialização e aumentar o desenvolvimento de tecnologia nacional, bem como o investimento em qualificação de mão de obra. Isso tornaria o Brasil mais competitivo e daria destaque ao país como produtor de tecnologia.

E por fim, o Brasil deveria desenvolver uma nova cadeia de suprimentos para atender todas as necessidades e demandas da EC e da indústria 4.0. Assim como a cadeia de suprimentos, o parque industrial brasileiro deveria incentivar a criação de novos *stakeholders* para atender a essa nova demanda da cadeia de suprimentos com matérias primas capazes de gerar ecoprodutos e produtos mais eficientes.

6. REFERÊNCIAS

ABDUL-HAMID, Asma-Qamaliah et al. Impeding challenges on industry 4.0 in circular economy: Palm oil industry in Malaysia. **Computers & Operations Research**, v. 123, p. 105052, 2020.

ALONSO-ALMEIDA, María del Mar et al. Sustainable development and circular economy: The role of institutional promotion on circular consumption and market competitiveness from a multistakeholder engagement approach. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 6, p. 2803-2814, 2020.

BAG, Surajit et al. Industry 4.0 and the circular economy: resource melioration in logistics. **Resources Policy**, v. 68, p. 101776, 2020.

BAL, Hasan Çebi; ERKAN, Çisil. Industry 4.0 and competitiveness. **Procedia computer science**, v. 158, p. 625-631, 2019.

BARNEY, Jay B. Resource-based theories of competitive advantage: A ten-year retrospective on the resource-based view. **Journal of management**, v. 27, n. 6, p. 643-650, 2001.

BARNEY, Jay B. Strategic factor markets: Expectations, luck, and business strategy. **Management science**, v. 32, n. 10, p. 1231-1241, 1986.

BLOMSMA, Fenna; BRENNAN, Geraldine. The emergence of circular economy: a new framing around prolonging resource productivity. **Journal of Industrial Ecology**, v. 21, n. 3, p. 603-614, 2017.

BOCKEN, Nancy MP et al. Product design and business model strategies for a circular economy. **Journal of industrial and production engineering**, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016.

BOCKEN, Nancy MP et al. Product design and business model strategies for a circular

- economy. **Journal of industrial and production engineering**, v. 33, n. 5, p. 308-320, 2016.
- BONGOMIN, Ocident et al. Sustainable and dynamic competitiveness towards technological leadership of industry 4.0: implications for East african community. **Journal of Engineering**, v. 2020, 2020.
- CEZARINO, Luciana Oranges et al. Diving into emerging economies bottleneck: Industry 4.0 and implications for circular economy. **Management Decision**, 2019.
- COSENZA, José Paulo; DE ANDRADE, Eurídice Mamede; DE ASSUNÇÃO, Gardênia Mendes. Economia circular como alternativa para o crescimento sustentável brasileiro: análise da Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 16147, 2020.
- DE ANGELIS, Roberta. Circular economy: Laying the foundations for conceptual and theoretical development in management studies. **Management Decision**, 2020.
- DEV, Navin K.; SHANKAR, Ravi; QAISER, Fahham Hasan. Industry 4.0 and circular economy: Operational excellence for sustainable reverse supply chain performance. Resources, **Conservation and Recycling**, v. 153, p. 104583, 2020.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. Towards a circular economy: Business rationale for an accelerated transition. 2015.
- GARCIA-MUIÑA, Fernando E. et al. The paradigms of Industry 4.0 and circular economy as enabling drivers for the competitiveness of businesses and territories: The case of an Italian ceramic tiles manufacturing company. **Social Sciences**, v. 7, n. 12, p. 255, 2018.
- GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. **Journal of Cleaner production**, v. 114, p. 11-32, 2016.
- GHOBAKHLOO, Morteza. Industry 4.0, digitization, and opportunities for sustainability. **Journal of cleaner production**, v. 252, p. 119869, 2020.
- HOPKINSON, Peter et al. Managing a complex global circular economy business model: opportunities and challenges. **California Management Review**, v. 60, n. 3, p. 71-94, 2018.
- JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta et al. First-mover firms in the transition towards the sharing economy in metallic natural resource-intensive industries: Implications for the circular economy and emerging industry 4.0 technologies. **Resources policy**, v. 66, p. 101596, 2020.
- LEMOES, Paulo. Economia Circular como fator de resiliência e competitividade na região de Lisboa e Vale do Tejo. Lisboa: **Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo**, 2018.
- MARTIN, Geissdoerfer et al. The circular economy—A new sustainability paradigm. **Journal of Cleaner production**, v. 423, p. 757-768, 2017.
- MITROVIĆ, Đorđe; VESELINOV, Milan. Measuring countries competitiveness in circular

economy-composite index approach. **Quantitative Models in Economics**. Beograd, **University of Belgrade**, p. 417-440, 2018.

NASCIMENTO, Daniel Luiz Mattos et al. Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 2019.

PEREIRA, Adriano; DE OLIVEIRA SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 16, n. 1, 2018.

PIERONI, Marina PP; MCALOONE, Tim C.; PIGOSSO, Daniela CA. Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. **Journal of cleaner production**, v. 215, p. 198-216, 2019.

PIERONI, Marina PP; MCALOONE, Tim C.; PIGOSSO, Daniela CA. Circular economy business model innovation: Sectorial patterns within manufacturing companies. **Journal of Cleaner Production**, v. 286, p. 124921, 2021.

PIZZANI, Luciana et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012.

PORTER, Michael E. et al. How information gives you competitive advantage. 1985. RAJPUT, Shubhangini; SINGH, Surya Prakash. Connecting circular economy and industry 4.0. **International Journal of Information Management**, v. 49, p. 98-113, 2019.

RAJPUT, Shubhangini; SINGH, Surya Prakash. Industry 4.0 model for circular economy and cleaner production. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, p. 123853, 2020.

SILVA, Flavia Cristina et al. Circular economy: analysis of the implementation of practices in the Brazilian network. **Revista de Gestão**, 2019.

TSENG, Ming-Lang et al. Circular economy meets industry 4.0: can big data drive industrial symbiosis?. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 131, p. 146-147, 2018.

VAIDYA, Saurabh; AMBAD, Prashant; BHOSLE, Santosh. Industry 4.0—a glimpse. **Procedia manufacturing**, v. 20, p. 233-238, 2018.