

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEI
ELIEBER BRAGATTI DE SOUZA

TECNOLOGIAS DIGITAIS E PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR: estudo de
plataforma digital baseada em tecnologia *Blockchain*

São Paulo
2023

ELIEBER BRAGATTI DE SOUZA

TECNOLOGIAS DIGITAIS E PRÁTICAS DA ECONOMIA CIRCULAR: estudo de
plataforma digital baseada em tecnologia *Blockchain*

Dissertação apresentada ao Centro
Universitário FEI, como parte dos requisitos
necessários para obtenção do título de Mestre
em Administração de Empresas.
Orientadora: Profa. Dra. Cláudia Aparecida de
Mattos.

São Paulo

2023

Bragatti de Souza, Elieber.

TECNOLOGIAS DIGITAIS E PRÁTICAS DA ECONOMIA
CIRCULAR: estudo de plataforma digital baseada em tecnologia
Blockchain / Elieber Bragatti de Souza. São Paulo, 2023.

52 f.

Dissertação - Centro Universitário FEI.

Orientadora: Prof.^a Dra. Claudia Aparecida de Mattos.

1. BlockChain. 2. Plataforma digital. 3. Práticas da Economia Circular.
4. Sustentabilidade. I. Aparecida de Mattos, Claudia, orient. II. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da FEI com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**APRESENTAÇÃO DE DISSERTAÇÃO
ATA DA BANCA JULGADORA**

Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Administração

MESTRADO PPGA-10

Aluno: Elieber Bragatti de Souza

Matrícula: 322005-0

Título do Trabalho: "Tecnologia Blockchain e Práticas da Economia Circular"

Área de Concentração: Gestão da Inovação

Orientadora: Profª. Dra. Cláudia Aparecida de Mattos

Data da realização da defesa: 15 / 02 / 2023

Avaliação da Banca Examinadora:

ORIGINAL ASSINADA

São Paulo, 15 / 02 / 2023.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA

Profª. Dra. Cláudia Aparecida de Mattos

Ass.: _____

Profª. Dra. Melby Karina Zuniga Huertas

Ass.: _____

Profª. Dra. Tatiana Martelli Mazzo

Ass.: _____

A Banca Julgadora acima-assinada atribuiu ao aluno o seguinte resultado:

APROVADO

REPROVADO

Aprovação do Coordenador do Programa de Pós-graduação

Profª. Dra. Maria Tereza Saraiva de Souza

Dedico este trabalho a Deus, à FEI e a todo o corpo docente, a quem sou grato.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e fortalecimento dado para a execução e alcance dessa pesquisa, compreendendo plenamente minhas restrições de mobilidade no último ano os quais dediquei grande parte do tempo à pesquisa e construção desta qualificação.

Agradeço plenamente a Profa. Dra. Cláudia Aparecida de Mattos, minha orientadora, que além de sua delicadeza, paciência e conhecimento, proporcionou-me a oportunidade de desenvolver e aprimorar meus conhecimentos bem como aquisição de novos. O conhecimento adquirido a partir da oportunidade de pesquisar ao seu lado e sua dedicação me mostraram os valores que quero carregar comigo em minha jornada profissional e acadêmica.

Agradeço aos funcionários e à secretaria do Curso do campus SP pela dedicação, presteza e eficiência.

Gostaria de deixar registrado também o meu reconhecimento a todo corpo docente do Centro Universitário da FEI, campus SP, que por alguma disciplina contribuíram para a realização deste trabalho e à Profa. Dra. Melby Karina Zuniga Huertas pela orientação e desenho inicial da pesquisa.

Esta pesquisa foi realizada com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Agradeço aos meus pais, Elisabete e Antonio que, desde a infância, me fizeram compreender a importância da busca pelo conhecimento e ao Centro Universitário da FEI que proporcionou desde a graduação a oportunidade necessária para que eu chegasse até aqui sabendo que podemos avançar mais.

"Todas as inovações eficazes são surpreendentemente simples. Na verdade, maior elogio que uma inovação pode receber é haver quem diga: Isto é óbvio! Por que não pensei nisso antes?"

Peter Drucker

RESUMO

O conceito de Economia Circular ganha cada vez mais destaque no meio acadêmico, corporativo e governamental, porém a sua disseminação real ainda é limitada. Observa-se uma carência de estudos que abordem estratégias, práticas e tecnologias habilitadoras norteadas pelos princípios de desenvolvimento de processos e produtos para um uso mais racional dos recursos naturais, reduzindo o consumo ou promovendo sua recuperação. Neste contexto, os recursos tecnológicos podem representar uma questão-chave para viabilizar a execução das práticas circulares. As empresas precisam planejar a infraestrutura de Tecnologia da Informação, plataformas colaborativas que possam conectar empresas com diferentes agentes no ambiente externo, e alavancar o uso das tecnologias digitais como tecnologia *BlockChain*. Assim, o objetivo geral do estudo consiste em analisar como as plataformas com base na tecnologia *BlockChain* suportam práticas relacionadas com Economia Circular. A metodologia da pesquisa é qualitativa, através da análise de três plataformas digitais, que estão sendo adotadas no contexto da Economia Circular. Os resultados indicam a função habilitadora da Plataforma *Blockchain* para a execução de práticas de Economia Circular, destacando a rastreabilidade, confiabilidade e imutabilidade para as práticas empregadas no contexto da Economia Circular. Adicionalmente, os casos indicam a possibilidade de um novo padrão para *tokens* de circularidade de materiais. Como contribuição, a compreensão da aplicação da tecnologia *Blockchain* integrada ao contexto da economia circular podem suportar o desenvolvimento de um *framework* com ações e estratégias que as empresas podem adotar para habilitar a transição de uma economia linear para circular.

Palavras-chave: *BlockChain*. Plataforma digital. Práticas da Economia Circular. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The concept of Circular Economy is gaining more and more prominence in academia, corporate and governmental, but its real dissemination is still limited. There is a lack of studies that address enabling strategies, practices and technologies guided by the principles of process and product development for a more rational use of natural resources, reducing consumption or promoting its recovery. In this context, technological resources may represent a key issue to enable the implementation of circular practices. Companies need to plan IT infrastructure, collaborative platforms that can connect companies with different agents in the external environment such as problem solvers or new idea creators and leverage the use of digital technologies such as Blockchain technology. Thus, the general objective of the study is to analyze how platforms based on Blockchain technology support practices related to Circular Economy. The research methodology is qualitative, through the analysis of three digital platforms, which are being adopted in the context of the Circular Economy. The results indicate the enabling function of the Blockchain Platform for the execution of EC practices, highlighting the traceability, reliability and immutability for the practices employed in the context of the Circular Economy. Additionally, the cases indicate the possibility of a new standard for material circularity tokens. As a contribution, understanding the application of Blockchain technology integrated into the context of the circular economy can support the development of a framework with actions and strategies that companies can adopt to enable the transition from a linear to circular economy.

Keywords: Circular Economy Practice. Blockchain Technology. Digital platform. Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Diagrama com as etapas do planejamento de aplicação do método de pesquisa	27
Figura 2 - Funcionamento da plataforma	32
Figura 3 - Elos da Plataforma B	33
Figura 4 - Ecossistema Blockchain	36
Figura 5 - Gestão da cadeia Produtiva – Plataforma C.....	39
Figura 6 - Estrutura de Dados para Análise.....	42

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Princípios da Abordagem 10R	155
Quadro 2 - Níveis de implementação de práticas de Economia Circular	16
Quadro 3 - Linha do tempo de descobertas em criptografia e Blockchain.....	19
Quadro 4 - Principais Funcionalidades de TBC	22
Quadro 5 - 10 Ciclos do Objeto Digital.....	24
Quadro 6 - Conceitos de Plataformas Digitais	25

LISTA DE SIGLA

CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de
COVID-19	Coronavírus
EC	Economia Circular
EPR	Responsabilidade Estendida do Produtor
ESG	Environmental, Social and Corporate Governance
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IOT	Internet das Coisas
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
P2P	Tecnologia Ponto a Ponto
PD	Plataforma Digital
PEC	Práticas da Economia Circular
POW	Prova de Trabalho
PRG	Plastic Recovery Guarantee
SINIR	Sistema Nacional de Informação de Resíduos
TBC	Tecnologia Blockchain
WEF	Fórum Econômico Mundial

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 ECONOMIA CIRCULAR (EC).....	14
2.1.1 Prática da Economia Circular (PEC)	16
2.2 TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	18
2.3 PRÁTICA DA ECONOMIA CIRCULAR E TECNOLOGIA <i>BLOCKCHAIN</i>	22
2.3.1 Plataforma digital baseadas em <i>Blockchain</i>	23
3 METODOLOGIA	26
3.1 PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO	26
3.1.1 Seleção dos casos (Plataformas)	27
3.1.2 Roteiro de pesquisa – Coleta de dados	27
3.1.3 Coleta de dados	27
3.1.4 Protocolo de pesquisa	28
3.1.5 Descrição dos casos	28
4 RESULTADOS	29
4.1 GESTÃO DE CADEIA PRODUTIVA VIA <i>BLOCKCHAIN</i>	38
4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
4.2.1 Dimensão: estratégia de ecossistema no contexto da EC	42
4.2.2 Dimensão: plataforma baseada na tecnologia <i>Blockchain</i>	44
4.3 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS.....	46
5 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	488

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia *Blockchain* (TBC) e as Práticas de Economia Circular (PEC) são dois conceitos emergentes. No âmbito social, tecnológico e econômico esses conceitos podem transformar a vida, os negócios e a economia global. Para Bag, Gupta e Foropon (2018), as PEC são definidas a partir da responsabilidade do fabricante e dos consumidores finais. Os recursos permanecem no sistema por muito tempo fornecendo valor máximo e ao final do seu ciclo de vida, os componentes são recuperados (BAG; GUPTA; FOROPON, 2018). O desenvolvimento avançado de manufatura pode requerer pesquisa e promoção.

Economia circular é um sistema econômico que visa reduzir o consumo de recursos e eliminar o desperdício com a promessa de continuidade do desenvolvimento econômico (ANGELIS; HOWARD; MIEMCZYK, 2018).

A circularidade avançada utiliza 10 abordagens baseadas em R - recusar, repensar, reduzir, reutilizar, reparar, reformar, remanufaturar, reaproveitar, reciclar e recuperar - que ao fornecer opções para uma produção mais limpa podem ajudar as empresas a alcançar um mercado competitivo e obter vantagem sobre seus concorrentes (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). A execução das PEC pode contribuir para a produção e consumo sustentável, desacoplando o crescimento econômico dos recursos uso e geração de resíduos.

A origem dos materiais e produtos, os fabricantes envolvidos, os processos, o consumo de energia e o fim do ciclo de vida são informações que podem ser disponibilizadas em livros-razão imutáveis no *Blockchain*.

Considerando a adoção e a implementação antecipada da TBC por grandes empresas, identificou-se que mais evidências práticas são necessárias, constituindo uma lacuna de pesquisa a ser explorada e uma longa lista de usos e ligações potenciais entre os dois campos de pesquisa são oportunidades e desafios existentes de pesquisa (KOUHIZADEH, 2020).

Com base nos autores mencionados neste estudo e na lacuna discutida, o seguinte questionamento foi proposto: Como as plataformas baseadas na tecnologia *Blockchain* podem contribuir para a execução das Práticas da Economia Circular?

O objetivo geral deste estudo consiste em analisar as plataformas com base na tecnologia *Blockchain* e sua contribuição na execução das Práticas da Economia Circular, identificando o desenho, as funcionalidades da plataforma e de que maneira as plataformas estão sendo integradas aos programas de Economia Circular das organizações.

Para alcançar o objetivo proposto foram listados alguns objetivos específicos que auxiliaram na obtenção do objetivo geral:

- a) Mapear plataforma que utilize tecnologia digital dentro de modelos de economia circular;
- b) Investigar os aspectos tecnológicos relacionados à tecnologia *Blockchain* aplicada à Plataforma Digital;
- c) Identificar aplicações da tecnologia *Blockchain* no mercado voltadas para programas de Economia Circular.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O uso de tecnologias digitais possui um relevante papel de auxiliar na transição de uma economia linear para uma economia circular. Uma das tecnologias que vem sendo bastante discutida é a *Blockchain*, um conceito emergente que permite uma mudança na forma como gerenciar produção, consumo e dinâmica de descarte de produtos. Este tópico aborda os conceitos relacionados à intersecção de Práticas da Economia Circular e Tecnologia *Blockchain*.

O contexto da Economia Circular tem o potencial de capitalizar tecnologias digitais emergentes, como a *Blockchain* (CHAUHAN, 2022) esses conceitos emergentes podem mudar a forma de vida nas próximas décadas (KOUHIZADEH, 2020) de um lado a TBC tem o potencial de contribuir para uma série de Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) e gerar mudanças generalizadas dentro de uma série de indústrias e práticas estabelecidas (HUGHES et al., 2019). De outro lado de acordo com Luthra et al. (2022) os princípios de EC estão relativamente inexplorados, especialmente nas economias emergentes.

2.1 ECONOMIA CIRCULAR (EC)

A EC emergiu como uma abordagem chave na transição para um paradigma econômico mais sustentável (JESUS; MENDONÇA, 2018). O conceito de EC foi introduzido por Walter Stahel, que em 1981 elaborou um relatório de pesquisa para a Comissão Europeia intitulado “O Potencial de Substituir Mão-de-Obra por Energia” (STAHHEL; REDAY-MULVEY, 1981), visualizando uma economia em ciclos ou Economia Circular, e seu impacto na criação de emprego, competitividade econômica, redução de recursos e prevenção de desperdícios (EMF, 2013).

A EC foi projetada com o objetivo de eliminar o desperdício por meio de ciclos de montagem, uso, desmontagem e reutilização. A EC substituiu a noção habitual de consumidor que possui coisas e destrói o valor nelas implícito pelo conceito de usuário. Seu objetivo é substituir os sistemas de produção abertos existentes por sistemas de produção fechados, que reutilizam recursos e conservam energia (URBINATI; CHIARONI; CHIESA, 2017).

Surgiu então um sistema econômico com sustentabilidade que se fundamenta em modelos de negócios com o intuito de substituir o conceito de fim-de-vida, através de redução, reutilização alternativa, reciclagem e recuperação de materiais nos processos de

produção/distribuição e consumo, visando alcançar o desenvolvimento sustentável (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017). A EC proporcionou a circularidade dos produtos e dos serviços quando o produto passa a ser visto como um serviço e o consumidor como usuário. A EC pode ser definida como um sistema interconectado e intencionalmente projetado, onde os materiais fluem em um ciclo fechado cujo desígnio é promover a sustentabilidade (FRANCO, 2017).

Grandes organizações estão adotando a EC através da aplicação dos princípios ‘R’ (BAG; GUPTA; FOROPON, 2018). Esse processo ocorre por meio do desenvolvimento de capacidades de fabricação avançadas usando abordagens de fabricação baseadas em 10R (Quadro 1) como recusar, redesenhar, reduzir, reutilizar, reparar, reformar, remanufaturar, reaproveitar, reciclar e recuperar; que são opções que fornecem oportunidades para uma produção mais limpa em um modelo de negócios circular, além de ajudar as empresas a alcançar vantagem competitiva sobre seus concorrentes (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

Quadro 1 - Princípios da Abordagem 10R

1 – Recusar significa tornar o produto redundante, descartando sua função ou oferecendo a mesma função com um produto completamente diferente
2- Redesenhar significa tornar o uso do produto(embalagem plástica) mais intensiva
3 – Reduzir meios de uso de menores recursos naturais na fabricação
4- Reutilizar significa a utilização do produto descartado por outro usuário que ainda está em condições de funcionamento e as funcionalidades originais estão presentes
5- Reparar significa reparar e manter o produto defeituoso para que possa ser usado com a função original
6- Recondicionar significa restaurar um produto antigo para torna-lo atualizado
7- Remanufatura significa usar peças do produto descartado em um novo produto com a mesma função
8- Reaproveitar significa usar o produto descartado ou suas peças em um novo produto com uma função diferente
9- Reciclar aplica reciclagem para materiais de processamento para obter a mesma qualidade ou inferior de produto
10- Recuperação, uso incineração de material para recuperação de energia

Fonte: Autor

Nota: Elaborado com base em Kirchherr, Reike e Hekkert, 2017

A EC está relacionada à reutilização de produtos, à medida que estes sejam projetados para ter um ciclo de vida longo (RIISGAARD; MOSGAARD; ZACHO, 2016). A principal proposta do conceito circularidade se afasta das práticas pegar-fazer-usar-descartar modificando-as para ciclagem e cascadeamento de materiais, peças e produtos, contribuindo assim, com a preservação de recursos, eficiência e produtividade (BLOMSMA; BRENNAN, 2017).

À medida que o conceito evoluiu, o número de R aumentou dos 6R- reprojetar, reduzir, reutilizar, remanufaturar, reciclar, recuperar – para os 10R – recusar, redesenhar, reduzir,

reutilizar, reparar, reformar, remanufaturar, reaproveitar, reciclar, recuperar (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017).

2.1.1 Prática da Economia Circular (PEC)

A EC pode ser analisada sobre as operações de um sistema para estabelecer uma nova relação de desenvolvimento econômico de produção, distribuição, consumo e recuperação (NUÑEZ-CACHO et al., 2018; SAAVEDRA et al., 2018). Uma nova abordagem industrial deve ser adotada em que o interesse das organizações e os interesses ambientais estejam sobrepostos sendo trabalhados de forma conjunta, para que as empresas obtenham o lucro desejado e ao mesmo tempo resolvam problemas ambientais e consigam gerar externalidades positivas (WEETMAN, 2016). Os negócios podem ser sustentáveis e baseados na circularidade de seu caráter e na sua interconectividade, com foco na não existência de resíduos, uma vez que estes podem ser fontes de insumos para subprodutos (EMF, 2017).

A influência prejudicial de alguns tipos de negócios para o meio ambiente pode ser minimizada pela execução das práticas da Economia Circular (SONG, 2018). A implementação de práticas de EC deve ocorrer em níveis micro, meso e macro (GHISELLINI, 2016) conforme o Quadro 2, abaixo:

Quadro 2 - Níveis de implementação de práticas de Economia Circular

NÍVEL	ENVOLVIDOS	EXEMPLOS DE PRÁTICAS
Micro	Consumidores e empresas individuais	Programas de produção limpa; consumo verde; compras verdes; decompositores, reciclagem e reutilização de produtos; políticas corporativas.
Meso	Parques eco industriais	Sistemas eco industriais e simbiose de distritos e redes industriais; mercado de comércio de resíduos; políticas corporativas entre companhias
Macro	Cidades, regiões e nações	Eco indústrias regionais, ecocidades e simbiose urbana; consumo colaborativo; programas de “resíduos zero” e sistemas inovadores de gestão de resíduos sólidos urbanos.

Fonte: Ghisellini, 2016

Para que essas práticas sejam executadas a colaboração e parceria entre os diferentes atores envolvidos é de fundamental importância, conforme está apresentado na tabela 2. Os parceiros de negócios serão mais eficazes e eficientes na utilização de recursos e energia. A seleção de fornecedores é outro aspecto para alcançar uma gestão sustentável e tem grande impacto no desempenho produtivo das empresas.

Este estudo se propôs a dialogar com a perspectiva de sistema e PEC, no qual as empresas estão interligadas, se relacionam e se influenciam mutuamente (EMF, 2017). A relação por sistema busca a agregação de forças entre os níveis micro, meso e macro da EC. A sinergia de parceiros em uma cadeia leva a melhoria do gerenciamento de ciclo de vida dos produtos (POURNADER, 2019; WEETMAN, 2016). Os atores, compreendendo a magnitude de uma relação sistêmica, possibilitam o surgimento de novos negócios nos fluxos normais e nos reversos, na ampliação do valor inserido no produto, na redução de custos operacionais, na intensificação dos planejamentos e nos ganhos financeiros superiores (VLAJIC; MIJAILOVIC; BOGDANOVA, 2018). Assim, tornou-se evidente a relevância dos atores para a compreensão da dinâmica da EC e os caminhos que as organizações precisarão seguir para a inclusão de práticas circulares em seus processos.

Partindo-se da perspectiva do ecossistema de negócios, Tate et al. (2019) discorreram sobre a importância de considerar um balanço adequado e diverso de integrantes. Para Pidun, Reeves e Schüssler (2019) um ecossistema de negócios pode ser definido como um grupo dinâmico, composto por atores economicamente independentes, que busca criar produtos ou serviços de maneira a constituir uma solução coerente a todos os envolvidos. Eles classificaram os membros de um ecossistema em produtores, consumidores, catadores e o que recicla o material, com a ressalva de que há uma necessidade de aumentar a participação desse último grupo, principalmente para fechar o ciclo de materiais (TATE et al., 2019).

Konietzko, Bocken e Hultink (2020) apresentaram um conjunto de princípios que apoiam uma inovação do ecossistema circular, os quais podem ser divididos em: colaboração, experimentação e plataformação.

Há uma necessidade de vínculos na cadeia de suprimentos industriais e em camadas ao longo do ciclo de vida dos produtos, transformando os processos de produção e consumo (NANDI et al., 2020). Os recursos da Indústria 4.0, como *big data*, computação em nuvem e internet das coisas (IOT), podem oferecer suporte no desenvolvimento sustentável (BAG; GUPTA; FOROPON, 2018), promovendo o redesenho das cadeias de suprimentos para atender as novas demandas sustentáveis relacionadas com economia circular e sua eficácia no desenvolvimento da resiliência da cadeia de suprimentos (TAKEDA et al., 2018).

A pesquisa das práticas da Economia Circular e a as tecnologias digitais podem contribuir na estruturação dos programas de Economia Circular (KOUHIZADEH, 2020).

Os modelos de negócios estão evoluindo mais rapidamente com a ajuda da tecnologia digital. A tecnologia digital está provando ser um catalisador para que todo o conceito floresça, como evidenciado por estudos e artigos de pesquisa sobre EC (JABBOUR et al.; 2019). As tecnologias digitais transformam negócios em sistemas inteligentes para produzir produtos e serviços inteligentes (BÜCHI; CUGNO; CASTAGNOLI, 2020). Um exemplo relevante é a Indústria 4.0 que melhorou o desempenho em todos os níveis da organização (ARDITO et al., 2019).

Com a crescente popularidade da EC, identificou-se uma falta de acordo sobre uma definição padrão de seu conceito (KIRCHHERR; REIKE; HEKKERT, 2017; SAIDANI et al., 2019).

Com a produção e utilização de energias renováveis e produção mais limpa devem ser adotados nas indústrias (PAULI, 2017). É importante que EC alinhe estratégia econômica, equidade social e mitigação do clima, para aumentar a prosperidade, gerenciando os recursos de forma inteligente dentro dos limites do planeta (EMF, 2017).

2.2 TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Blockchain garante a autenticidade e imutabilidade da informação disponibilizada, sendo que a colaboração de indivíduos e instituições pode gerar impactos radicais no trabalho. Consoante Schwab (2018), a palavra “revolução” representa uma mudança abrupta e radical, e por meio de fatos históricos percebe-se que as revoluções impactam de forma mais imediata e profunda as estruturas sociais e econômicas. O autor salienta algumas tendências que impulsionarão a revolução nos próximos anos, dividindo-as em 3 grupos: categoria física, digital e biológica.

Pesquisas realizadas entre 2009 e 2019 indicam o artigo referência sobre *Blockchain* citando a moeda *Bitcoin* em 2008 do autor Satoshi Nakamoto. Para Sherman et al. (2019) as ideias sobre o *Blockchain* surgiram muitos anos antes. Eles afirmaram que a tecnologia *Blockchain* resume-se a um banco de dados distribuído, uma ideia que vem da década de 1970, conforme disposto no quadro 3. De todos os benefícios que apontam para a utilização desta tecnologia, a confiança é que ganha mais visibilidade, destacando-o como um protocolo seguro onde uma rede, coletivamente, pode verificar a veracidade da transação antes de registrá-la e

aprová-la. A tecnologia blockchain também permite que pessoas que não se conheçam colaborem sem a necessidade de uma entidade central garantidora da autenticidade (SCHWAB, 2018).

Quadro 3 - Linha do tempo de descobertas em criptografia e *Blockchain*

Ano	Autor
1970	James Ellis, criptografia de chave pública
1973	Clifford Cocks, criptosistema RSA
1974	Ralph Merkle, quebra-cabeças criptográficos
1976	Diffie e Hellman, criptografia de chave pública
1977	Rivest, Shamir e Adleman, sistema criptográfico
1979	David Chaum, cofres e compartilhamento
1982	Lamport, Shostak e Pease, problema dos generais bizantinos
1992	Dwork e Naor, combate o lixo eletrônico
2002	Adam Bach, Hashcash
2008	Satoshi Nakamoto, Bitcoin
2017	Wright e Savannah, pedido de patente europeia em blockchain

Fonte: Autor

Dentre as funcionalidades do *Blockchain*, tem-se os bancos de dados distribuídos, sua base. Sua composição é feita de uma lista de registros chamada de blocos em que cada um destes blocos possui informações com data e hora e um *link* que aponta para o bloco anterior. A forma como o *Blockchain* foi proposta gera segurança, impossibilitando modificações não autorizadas nos registros. Na ocorrência de alterações necessárias, todos os blocos anteriores serão alterados bem como as validações de toda a rede de blocos (PRATA; SANTOS; ARAÚJO, 2019).

Schwab (2018) destaca, em seu segundo livro sobre a quarta Revolução Industrial, algumas ideias sobre adoção da tecnologia *Blockchain*, pois identificou-se a possibilidade do compartilhamento dos dados entre as partes interessadas com a garantia da confiabilidade e não incidência de modificações nos dados originais registrados no livro digital.

Outro ponto importante é que, mesmo não existindo órgãos do governo envolvidos no processo de autenticidade dos dados distribuídos, as partes interessadas e de forma colaborativa, tornaram-se por meio de criptografia garantidores da veracidade e imutabilidade dos dados (REVOREDO, 2019). Esta rede foi projetada para trabalhar de forma descentralizada, gerando mais segurança sobre qualquer adulteração da informação e distribuída por meio de uma grande rede de computadores. O bloco de dados gerado passa então por um processo no qual é necessária a solução de equações criptográficas para que o bloco seja adicionado à cadeia de blocos. Tal processo é chamado de Prova de Trabalho ou *Proof of Work* (PoW). Trata-se da combinação de um quebra-cabeça matemático que garante a confiança na veracidade dos dados

(REVOREDO, 2019). Desta forma, “cadeias de blocos” tornou-se outra forma de fazer menção à tecnologia citada.

Todos os nós da rede blockchain recebem uma cópia dos blocos à medida que as equações são resolvidas e estes blocos são adicionados à cadeia (GOVERNATORI et al., 2019). O *Blockchain* é formado por nós distribuídos geograficamente, onde são registradas as transações e as revisões ou adulterações são proibidas e de difícil adulteração devido a sua arquitetura. A estrutura de dados que suporta o *Blockchain* é replicada entre os nós e à medida que são adicionados novos nós uma referência é incluída ao bloco anterior (GOVERNATORI et al., 2019).

Atualmente, existem três tipos de *Blockchain*: o público, o privado e o federado. Na rede pública qualquer pessoa pode participar do consenso, bem como visualizar o livro-razão transmitido. O nível de segurança da informação é mais elevado neste modelo visto que todos os participantes visualizarão qualquer tentativa de alteração no bloco (LYRA, 2019). Na rede privada é necessária a permissão para participar, assim como para visualizar os dados contidos. A aprovação da permissão deve ser solicitada ao criador/iniciador. É comum que nesta rede os participantes se conheçam. Pode-se inferir que existem laços de confiança entre as partes interessadas na cadeia de blocos. Os dados podem ser selecionados a quem deve receber, podendo haver restrições de acesso, caso seja necessário (LYRA, 2019). Para as federadas, várias organizações mantêm a rede. É como se existisse uma rede corporativa como ponto central de todas as organizações. As organizações podem interagir umas com as outras e, caso alguma faça algo inapropriado as demais irão bani-la da rede.

Nandi et al. (2021) propuseram o uso da TBC para operar uma rede inteligente e discutiram o seu uso como uma plataforma para uma avaliação abrangente do ciclo de vida para o ambiente sustentável, com possível indicação do futuro promissor para a tecnologia.

Desde o desenvolvimento e a introdução do *Bitcoin* em 2008, o blockchain se tornou uma das principais forças transformadoras nos negócios, e foi esperado ser amplamente adotado por vários setores da indústria e de serviços (IANSITI, 2017).

As indústrias estão demonstrando interesse crescente na TBC devido à possibilidade de benefícios comerciais significativos à medida que facilitaram níveis aumentados de desintermediação (LACITY, 2018). Os fornecedores puderam negociar diretamente com os clientes, sem a necessidade de conciliações, com rastreabilidade de ativos de forma eficiente e garantia a integridade dos dados (LACITY, 2018). A TBC foi posicionada como uma tendência tecnológica emergente, com estudos destacando o seu potencial de mercado ao apoiar

transações seguras descentralizadas, autenticadas e confiáveis (OLNES; UBACHT; JANSSEN, 2017).

Com Iansiti e Lakhani (2017) tem-se uma série de princípios básicos que sustentam o funcionamento da TBC, como o livro razão e registro distribuído, acessibilidade dentro da rede, imutabilidade e confiança. Os dados armazenados no *Blockchain* são permanentes.

Existem preocupações crescentes entre empresas e consumidores com relação à sustentabilidade social e ambiental (GROENING et al., 2018). Neste cenário, a TBC ajuda a abordar várias dimensões da sustentabilidade por meio de dados descentralizados e imutáveis, dados confiáveis, transparência, rastreabilidade, contratos inteligentes e incentivo (NANDI et al., 2020). Tecnologias digitais, entre elas a TBC, podem influenciar positivamente as estratégias de resiliência da cadeia de suprimentos, particularmente por meio de colaboração, agilidade, velocidade e visibilidade (LOHMER et al., 2020). Os contratos inteligentes podem contribuir para a agilidade e a gestão da PEC (NANDI et al., 2020), adicionalmente, podem atuar como um mecanismo de incentivo, impulsionando as partes interessadas a adotarem novos produtos e processos (KOUHIZADEH, 2020). Já Malik (2020) observaram que as práticas de sustentabilidade estão relacionadas à resiliência e às capacidades da cadeia de suprimentos.

As considerações de rastreabilidade tecnológica contribuem para a resiliência (BEHNKE; JANSSEN, 2020). Sistemas de produção com múltiplos fluxos de resíduos (JABBOUR et al., 2019) contribuindo para uma sociedade mais sustentável (JESUS; MENDONÇA, 2018; GENOVESE et al., 2017). Há uma necessidade de vínculos da PEC ao longo do ciclo de vida dos produtos - transformando os processos de produção e de consumo (NANDI; 2020). A PEC está relacionada à criação de cadeias de abastecimento circulares e pode atender às necessidades de recursos em períodos pandêmicos.

A tecnologia *Blockchain* pode ajudar em vários estágios da cadeia, fornecendo dados através dos estágios de produção, incorporando várias partes interessadas e valorizando a sustentabilidade socioambiental da cadeia de abastecimento (KOUHIZADEH, 2020).

Os incentivos registrados em *Blockchain* podem incluir criptomoedas ou *tokens* (CHEN, 2018). Esses incentivos podem apoiar uma ampla variedade de práticas, produtos e processos de sustentabilidade (KOUHIZADEH, 2020). As práticas circulares podem efetivamente criar valor compartilhado, expandir a inovação e gerar novas ideias (NARAYAN; TIDSTROM, 2020). O Quadro 4 sumariza as principais funcionalidades da TBC.

Quadro 4 - Principais Funcionalidades de TBC

Conceito	Autor	Journal
Registro e Privacidade	Haber, Stornetta (1991)	Journal of Cryptology
Rastreabilidade e transparência	Kshetri (2018)	International Journal of Information Management
Livro razão de transações eletrônicas	Azzi, Chamoun, Sokhn (2019)	Journal of Information Technology
Criptografia e Descentralização	Kamilaris, Fonts, Prenafeta-Boldó (2019)	Trends in Food Science and Technology

Fonte: Autor

2.3 PRÁTICA DA ECONOMIA CIRCULAR E TECNOLOGIA *BLOCKCHAIN*

Os recursos da tecnologia *Blockchain* podem dar suporte ao conceito de EC em muitas dimensões, pois o *Blockchain* atende a uma demanda de recursos como transparência, rastreabilidade, segurança, responsabilidade e precisão. O *Blockchain* auxilia no rastreamento de resíduos para reciclagem de materiais e monitoramento de CO² (FRANÇA et al., 2020).

Em termos de resíduos, as práticas de EC que envolvem reciclagem oferecem oportunidades para lidar com a crise de gestão de resíduos nos países em desenvolvimento, como por exemplo México e Brasil que dependem principalmente de aterros para o descarte de resíduos industriais (SCHROEDER; ANGGRAENI; WEBER, 2019).

Para Batista (2019) a carência de fluxos de informação confiáveis e precisos sobre recursos, materiais e processos, torna difícil quantificar iniciativas circulares, no entanto, as pressões institucionais geralmente permitem a adoção de plataformas digitais e práticas de EC (BAG; GUPTA; FOROPON, 2018).

Um objetivo comum para muitas empresas e governos é a transição para EC, o que requer uma tomada de decisão em grupo e que inclua a contribuição de todos os agentes. A tecnologia pode facilitar a tomada de decisão em grande escala. Uma das atividades do *Blockchain* é fornecer identidade digital e prova de transação entre diversos agentes, fornecendo incentivos para facilitar um novo sistema de precificação e negociação de recursos entre agentes com menor custo de transação e maior transparência (TREIBL, 2018). A TBC garante dados descentralizados e confiáveis, melhor transparência, contratos inteligentes e rastreabilidade e, assim, melhora o desempenho da cadeia de suprimentos (GROENING et al., 2018).

Com a utilização dos recursos de transparência da tecnologia de *Blockchain* (NARAYAN; TIDSTROM, 2020) pode apoiar o desenvolvimento de planos para a PEC. A aplicação de TBC eliminaria ainda mais o desperdício e promoveria benefícios ambientais por meio de *designs* de produtos aprimorados, permitindo que os clientes usassem os produtos por mais tempo e os devolvessem ativos no final da vida útil (NANDI et al., 2021). Além dos

benefícios relacionados ao custo e ao meio ambiente, as TBC também promoveriam o bem-estar social.

O fechamento do ciclo na cadeia de suprimentos pode ser confirmado com o suporte das tecnologias digitais através das operações de rastreamento após a criação de um novo ativo. Se o resíduo foi convertido em energia, fechando o ciclo, este pode ser verificado com *Blockchain* (MASTOS et al., 2021). A aplicação de um arranjo adequado pode ajudar os fabricantes a manter o controle sobre os produtos, também pode promover as práticas e apoiar o processo de tomada de decisão, assim a digitalização pode aumentar o controle das empresas sobre os seus produtos (MAGRINI et al., 2021).

A imutabilidade e os registros de dados à prova de adulteração em uma *Blockchain* podem aumentar significativamente o rastreamento e a transparência das cadeias de suprimentos e a conscientização do cliente sobre o processo de fabricação de um produto (SABERI et al., 2019). As cadeias de suprimentos baseadas em *Blockchain* podem fornecer informações precisas em tempo real sobre fluxos de materiais e produtos, e os aplicativos de gerenciamento de resíduos podem permitir a reciclagem e a reutilização eficientes de recursos. Os benefícios dessas áreas de aplicações *Blockchain* são a transparência e a rastreabilidade dos componentes e materiais dos produtos (KOUHIZADEH, 2020).

2.3.1 Plataforma digital baseadas em *Blockchain*

As plataformas digitais estão inseridas no contexto de blockchain. As interações do usuário com as organizações se alteram à medida que as plataformas digitais oferecem facilidades às comunidades *online* de consumidores. As relações interorganizacionais de desenvolvimento modificam-se à medida que as relações tradicionais entre o patrocinador e o agente para o desenvolvimento de software são substituídas por relações à distância entre desenvolvedores de aplicativos e provedores de plataforma. As arquiteturas dos artefatos de sistemas de informação alteram-se à medida que a modularidade das plataformas digitais está substituindo as abordagens tradicionais (DCC, 2022).

As plataformas digitais podem ser avaliadas a partir de várias direções através de taxonomias, e o *Blockchain* traz novas características e perspectivas (REUVER; SORENSEN; BASOLE, 2018). Para Sayão e Sales (2016), as plataformas digitais geram dados de pesquisa e propõe um modelo para a gestão do ciclo de vida desses dados, na medida em que apoiam as operações dos recursos digitais. Assim como em EC o ciclo de vida de curadoria dos dados

digitais tornou-se um processo contínuo que fornece uma visão circular e de alto nível dos estágios envolvidos no gerenciamento e preservação de dados para uso e reutilização.

O modelo DCC (2022) descreve que os ciclos assumem muitas etapas, dentre elas elencamos 10 para nosso estudo: conceitual, criação, acesso e uso, avaliação e seleção, descarte, ingestão, preservação, revalorização, armazenamento e reutilização que estão descritas no quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - 10 Ciclos do Objeto Digital

Ciclos	Conceito
Criação	produção de objetos digitais e atribuição de metadados arquivísticos administrativos, descritivos, estruturais e técnicos
Acesso e uso	assegurar-se de que os usuários designados possam acessar facilmente os objetos digitais no dia a dia. Alguns objetos digitais podem ser disponibilizados publicamente, enquanto outros podem ser protegidos
Avaliação e Seleção	avaliação de objetos digitais e seleção daqueles que precisam de curadoria e preservação de longo prazo. Adesão à documentação, políticas e requisitos legais.
Ingestão	transferência de objetos digitais para um arquivo, repositório digital confiável, data center ou similar, aderindo, novamente, às orientações documentadas, políticas e requisitos legais.
Preservação	realizar ações para assegurar a preservação e retenção de longo prazo dos objetos digitais .
Revalorização	retornar objetos digitais que falham nos procedimentos de validação para nova avaliação e seleção adicional.
Armazenamento	armazenamento dos objetos digitais de forma segura, conforme descrito em padrões de alta relevância.
Reutilização	assegurar-se de que os objetos digitais sejam acessíveis aos usuários designados para uso e reutilização pela primeira vez. Alguns materiais podem estar disponíveis publicamente, enquanto outros dados podem ser protegidos.
Transformação	criação de novos objetos digitais a partir do objeto original.

Fonte: Autor “adaptado de” DCC, 2022, p. 2.

Uma plataforma digital incorpora vários módulos que estendem a funcionalidade de um *software*. Esses módulos podem ser vistos como subsistemas de *software* complementares, muitas vezes na forma de aplicativos projetados e desenvolvidos por desenvolvedores terceirizados.

Na literatura existente, estudos que analisaram a indústria das plataformas digitais relata menos atenção às tecnologias e mais aos arranjos da rede (REUVER; SØRENSEN; BASOLE, 2018). Ao examinar as pesquisas relacionadas às práticas de economia circular que tem recebido muita atenção da indústria, como a tecnologia *Blockchain*, estas não explicam a interação dos atores envolvidos (REIM; ANDERSSON; ECKERWALL, 2022).

Conforme GHISELLINI (2016), as plataformas digitais são mercados onde há facilitação na troca de interesses entre atores, que por outros meios não seriam capazes de transacionar uns com os outros. As plataformas digitais são uma composição de *software*, *hardware* e processos organizacionais associados (REUVER; SØRENSEN; BASOLE, 2018).

Numa perspectiva ideal, o mercado anseia pela inclusão de módulos que permitam sistemas complexos divididos em blocos gerenciáveis conectados através de interfaces. Algumas características podem ser identificadas e ajudam a distinguir as plataformas umas das outras, conforme descrito no quadro 6, abaixo.

Quadro 6 - Conceitos de Plataformas Digitais

Conceito	Autor	Journal
Plataforma Cadeia de Suprimento	Gawer (2014)	Research Policy
Plataforma de Colaboração	Spagnoletti, Resca e Lee (2015)	Journal of Information Technology
Plataforma Industrial	Reuver, Sørensen e Basole (2018)	Journal of Information Technology
Plataforma Interna	Dobrescu, R., D. Merezeanu, e S. Mocanu. (2019)	Computers in Industry

Fonte: Autor

GHISELLINI (2016) classifica as plataformas digitais em duas categorias organizacionais: cadeia de suprimentos externa e da indústria externa. Cada tipo tem um nível diferente de análise, por exemplo: a plataforma interna permite uma única empresa como unidade de análise, enquanto a plataforma industrial permite que todo um ecossistema da indústria seja analisado. A plataforma aberta não afeta apenas o acesso dos atores à informação, também influencia as capacidades de inovação uma vez que um número maior de participantes significa uma maior perspectiva e, portanto, capacidades de inovação mais fortes (REUVER; SØRENSEN; BASOLE, 2018). Como a plataforma então é controlada por uma estrutura hierárquica ou contratos (REIM; ANDERSSON; ECKERWALL, 2022).

3 METODOLOGIA

O método adotado para o desenvolvimento desta pesquisa é o estudo de caso. Segundo Yin (2017), o estudo de caso é apenas uma das várias maneiras de realizar uma pesquisa. Em geral, os estudos de caso são o método preferido quando as questões “como” ou “por que” são propostas, o investigador tem pouco controle sobre os eventos e o enfoque está sobre um fenômeno contemporâneo no contexto da vida real. A metodologia deste estudo fez uso da construção de teoria indutiva com base em estudo de caso.

Estudo de caso em plataformas de TBC ganharam atenção recentemente e são sugeridos como uma abordagem adequada para traduzir sistematicamente a experiência da indústria em agendas de pesquisa para desenvolvimento de teoria e *design* de pesquisa (KOUHIZADEH, 2020). As recomendações para escrever estudos de caso de TBC incluem diretrizes e sugestões sobre como conduzir e estruturar um estudo de caso de TBC para criar valor para a academia e a indústria (KOUHIZADEH, 2020). A abordagem é necessária devido às características emergentes da cadeia de blocos, aos desafios e ao corpo de conhecimento relativamente negligenciado (TREIBL, 2018).

Neste estudo é feita a análise de como que a tecnologia *Blockchain* pode apoiar a execução das práticas da Economia Circular. O estudo de caso ajuda a trazer luz a uma decisão, ou a um conjunto de decisões, do uso das plataformas *Blockchain* como um meio de alavancar a transparência, a rastreabilidade e imutabilidade das práticas circulares. Ainda segundo Yin (2017), a pesquisa de estudo de caso é válida não para fazer generalizações a populações ou universos, mas sim às proposições teóricas. O caso é uma “oportunidade para lançar luz empírica sobre conceitos ou princípios teóricos, não muito diferente do motivo de um investigador de laboratório concebendo e conduzindo um novo experimento” (YIN, 2017).

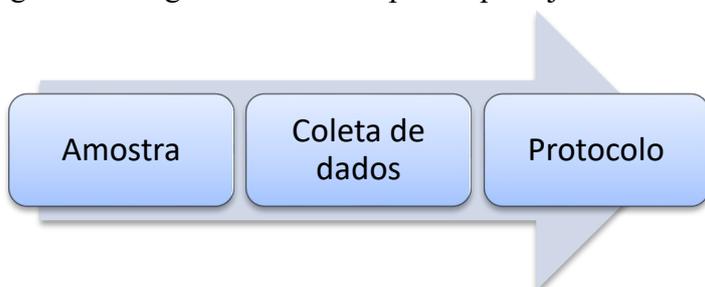
Em Nandi et al. (2021), os autores afirmam que o estudo de caso e a pesquisa empírica fornecem base para pesquisa e exame de protótipos, além de casos de uso de TBC habilitados para PEC.

3.1 PLANEJAMENTO DA APLICAÇÃO DO MÉTODO

O fluxo do planejamento da aplicação do método de pesquisa (CAUCHICK MIGUEL; SOUSA, 2012) foi desenvolvido em três fases conforme descrito na figura 1, abaixo. O propósito principal do planejamento é auxiliar na convergência das evidências obtidas em direção às questões de pesquisa (YIN, 2001):

- a) definição da amostra a ser estudada;
- b) estabelecimento dos meios para coletar os dados para a pesquisa;
- c) elaboração de um protocolo para coleta dos dados.

Figura 1 - Diagrama com as etapas do planejamento de aplicação do método de pesquisa



Fonte: Cauchick Miguel; Sousa, 2012

3.1.1 Seleção dos casos (Plataformas)

O universo das plataformas a ser investigado será estabelecido conforme os critérios de seleção, quer seja, empresas de diferentes segmentos e que utilizam *Blockchain* no contexto da EC.

3.1.2 Roteiro de pesquisa – Coleta de dados

O roteiro foi organizado e estruturado a partir do referencial teórico descrito na Fundamentação Teórica. O roteiro foi dividido em cinco partes conforme especificado abaixo:

- a) Estabelecer informação geral da plataforma;
- b) Descrição das principais funcionalidades;
- c) Características e atores;
- d) Impactos sociais, ambientais e econômicos identificados com uso das plataformas;
- e) Diferenciais da plataforma.

3.1.3 Coleta de dados

A coleta de dados se deu através de entrevistas com profissionais que atuam na gestão das plataformas e negócios de economia circular. Utilizando roteiro semiestruturado com profissionais que atuam nas empresas estudadas e analisadas, fontes *on-line* publicadas pelas empresas pesquisadas e/ou mídia especializada. A análise documental visa o levantamento de

informações gerais sobre a empresa, bem como ativos, faturamento, número de funcionários, principal representante e estrutura organizacional.

A triangulação de dados com o uso de múltiplas fontes possibilita uma validação mais significativa dos construtos identificados na revisão de literatura. Foram utilizados documentos secundários de forma a examinar, a partir de suas experiências, aspectos relacionados a utilização da TBC para a rastreabilidade, transparência e imutabilidade na execução das práticas da Economia Circular.

3.1.4 Protocolo de pesquisa

O protocolo consiste em procedimentos e regras para a condução da pesquisa. O protocolo, é um instrumento orientador e regulador da condução da estratégia de pesquisa (YIN, 2001), o qual deve conter:

- a) Contexto organizacional abordado na coleta de dados;
- b) Determinação das fontes de informação - pessoas a serem entrevistadas e documentos para análises;
- c) Questões que serão colocadas nas entrevistas e o detalhamento dos procedimentos operacionais para a coleta de dados.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, o protocolo desenvolvido está apresentado a seguir, no quadro 7 abaixo.

Quadro 7 - Protocolo de Pesquisa

Contexto Organizacional	Plataformas TBC que atendem diferentes segmentos – gestores das plataformas e usuários e usuários da plataforma
Fontes de informação	Pessoas de contato para entrevistas Relatos de observação Relatórios e apresentações serão levantados e solicitados (dados secundários) Visitas e reuniões com os responsáveis pelas plataformas
Questões do Estudo	Proposta de questões para direcionar a entrevista: Identificação do entrevistado (Nome/Área/Relação com a Economia Circular) Apresentação do roteiro de pesquisa elaborado a partir do referencial teórico
Relatório de Estudo	Preparação do Estudo de Caso

Fonte: Autor

3.1.5 Descrição dos casos

Caso A: Plataforma Reciclagem – Plásticos

A plataforma foi projetada por uma Fundação voltada para temas relacionadas aos programas e projetos de sustentabilidade, apoiado por uma organização de grande porte do segmento químico em conjunto com outras empresas de embalagens, reciclagem de resíduos e recicladora de plásticos. Objetivo: operacionalizar Programas Estruturantes voltados para a reciclagem de material plástico.

Caso B: Plataforma – Recuperação Plástica

A plataforma global está presente em 12 países incentivando novas ações para tornar transparentes, verificáveis e rastreáveis os resíduos a serem recuperados, reciclados e reintroduzidos nas cadeias de valor de consumo. Objetivo: apoiar projetos de recuperação plástica e seus esforços podem contribuir com pessoas, empresas e governos.

Caso C: Plataforma – SaaS ESG

A plataforma C foi criada enfatizando os benefícios da tecnologia para rastrear toda a cadeia produtiva com segurança e transparência de dados. Rastreamento online e em tempo real de todas as etapas da sua produção, garantindo que não haja desperdícios de matérias primas e descarte incorreto de resíduos. Além desta funcionalidade, outras são destacadas pelos gestores da plataforma, como a Logística Reversa. Atualmente, a plataforma conta 1500 clientes cadastrados, 120 funcionalidades e 20 módulos de trabalho para diferentes segmentos industriais do setor alimentício, químico, farmacêutico, logístico, automotivo e outros.

4 RESULTADOS

Neste capítulo é realizada a descrição dos casos (A, B e C) que fazem parte do estudo e suas respectivas plataformas a fim de apresentar dados relacionados às empresas, que envolvem a adoção da tecnologia *Blockchain* para auxiliar na execução de práticas no contexto de EC.

Caso A: PLATAFORMA A

O estudo do regulamento de Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR) no Brasil está em andamento e a plataforma A pode apoiar a conformidade com esse regulamento. A plataforma A foi projetada pela Fundação ligada a área de sustentabilidade de uma empresa de grande porte do setor químico, em conjunto a gerenciadora (outra empresa do segmento) e outras parceiras. Através de uma plataforma digital são fornecidos incentivos para as empresas permitindo transacionar créditos e informações de cadeias de reciclagem ao expandir programas

estruturantes, seus esforços de reciclagem, da capacitação de profissionais e de gerenciamento eficiente de operações. As principais características podem ser sumarizadas conforme descrito abaixo:

- a) Rastreabilidade: por meio da tecnologia *Blockchain* é possível mapear quais os materiais foram reciclados e sua etapa na cadeia;
- b) Sustentabilidade: estimulando a reciclagem;
- c) Triagem de Materiais: recicladoras terão a oportunidade de aprimorar a seleção e recuperação de materiais recicláveis;
- d) Representatividade: consórcio formado por agentes da cadeia de materiais recicláveis;
- e) Segurança dos dados: os produtos e processadores em um estágio inicial criam um ciclo confiável de transações possibilitado pelo *Blockchain*.

O processo pela plataforma A se forma através de 6 elos chamados de REBECA - *Regulators, Ecosystem, Brand Owners, Enablers, Centers for Sorting/Recycling, Assimilators*, descritos abaixo:

- a) Reguladores: Órgãos do governo e organizações responsáveis por ações focadas no meio ambiente;
- b) Ecossistema de negócios: Interação entre empresas e organizações da cadeia de fornecimento, suportando e agregando valor aos negócios envolvidos;
- c) Fabricantes de produtos acabados: As quais possuem compromissos além da obrigação legal, conforme Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- d) Estruturantes: Programas e iniciativas já existentes que facilitem a cadeias circulares de destinação de materiais;
- e) Centros de Triagem/Reciclagem: Organizações responsáveis pela logística reversa, seleção de materiais e atividades de reciclagem. Podem impactar positivamente a vida de trabalhadores em situação de vulnerabilidade social;
- f) Assimiladores: Negócios que reintroduzem os materiais reciclado em cadeias de valor, convertendo-os em produtos ou em matérias-primas.

Impactos que a Plataforma A pode gerar:

- a) Impactos Sociais: Serão realizados investimentos voltados à profissionalização dos centros de triagem, bem como sua mecanização;
- b) Impactos Ambientais: Com o rastreamento do material, melhores práticas podem ser adotadas para que menores quantidades sejam destinadas a aterros ou lixões;

c) Impactos nos negócios: A Plataforma A irá possibilitar um novo padrão para tokens de circularidade de materiais. Dessa forma, apoiará: Fabricantes de produtos acabados a cumprirem suas obrigações legais e agregarem valor a suas estratégias de sustentabilidade; Centros de triagem a transacionarem com maior facilidade materiais recicláveis; Empresas e centros de reciclagem a acessar maiores volumes de material reciclável, bem como conhecer a qualidade de sua origem.

Diferenciais da plataforma A:

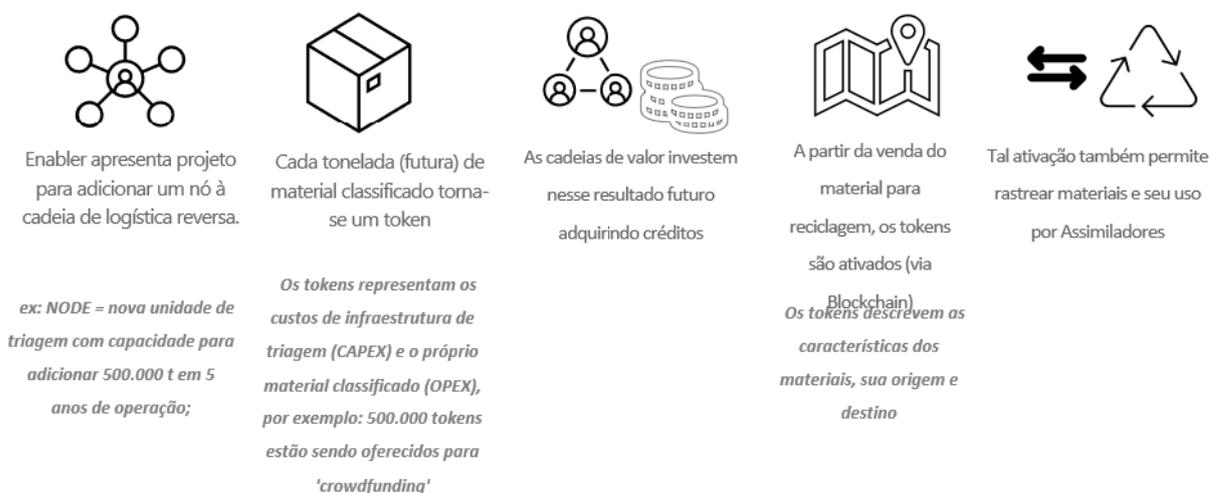
- a) Adicionalidade: Investimento em infraestrutura, que gera reciclagem adicional;
- b) Rastreabilidade do material: Ao incluir todos os nós do *chain* e utilizando a tecnologia *Blockchain*, trará informações sobre o material flux;
- c) Governança: empresas/instituições de representantes ao longo de todas as cadeias de logística reversa, onde as decisões devem ser tomadas em conjunto – sem beneficiário;
- d) Impacto social: O investimento em novas unidades de triagem gera novos empregos e garante a origem das embalagens pós-consumo (EPR obrigações).

A plataforma A tem como objetivos:

- a) Liberar valor que não é aproveitado em materiais que não são reciclados, apoiar auditabilidade de conteúdo reciclado que dá suporte a programas de Responsabilidade Estendida do Produtor (EPR);
- b) Construir uma solução que seja circular, liderada por participantes e escalável para abordar os quatro seguintes principais desafios do plástico:
 - Criar incentivos financeiros para o uso de materiais reciclados e projetar produtos com reciclagem em mente;
 - Melhorar a identificação e rastreamento de plástico tipos para auditabilidade;
 - Melhorar a classificação de plásticos por tipo de material
 - Estabelecer um sistema de circularidade que inclui toda a cadeia de valor em suas operações.

A missão da plataforma A é ajudar a aumentar a reutilização de plásticos secundários, incentivar o *design* para reciclagem, apoiar a redução da quantidade de resíduos enviados para aterros, gerar benefícios usando "créditos digitais" ganhos como incentivo para que todas as partes interessadas nessa cadeia de valor participem ampliando a reutilização potencial de seus produtos. A plataforma A tem o potencial de atuar como um catalisador para a mudança na circularidade dos plásticos e incentivar o *design* para a reciclagem.

Figura 2 - Funcionamento da plataforma



Fonte: Plataforma A

Caso B: PLATAFORMA B

A plataforma B tem como objetivo apoiar projetos de recuperação plástica e seus esforços podem contribuir com pessoas, empresas e governos. A plataforma global está presente em 12 países, incentivando novas ações para tornar transparentes, verificáveis e rastreáveis os resíduos plásticos a serem recuperados, reciclados e reintroduzidos nas cadeias de valor de consumo. No Brasil está presente através da *startup Green Mining* que em 2018 foi uma das 21 *startups* selecionadas de todo o mundo pela Aceleradora 100+ da Cervejaria Ambev. A cervejaria está ampliando esforços para reciclagem, tendo a cada ano buscado novas parcerias dentro do ecossistema que impulsionem a logística reversa de embalagens pós consumo.

A iniciativa da AmBev em parceria com o Pacto Global da ONU busca pequenos e médios empreendedores com propostas inovadoras para algumas das principais questões socioambientais atuais. A *Green Mining* detém um sistema inteligente de logística reversa que identifica os locais de maior geração de resíduos pós consumo e trabalha com coletores registrados com carteira assinada, gerando empregos para pessoas que têm poucas oportunidades de trabalho.

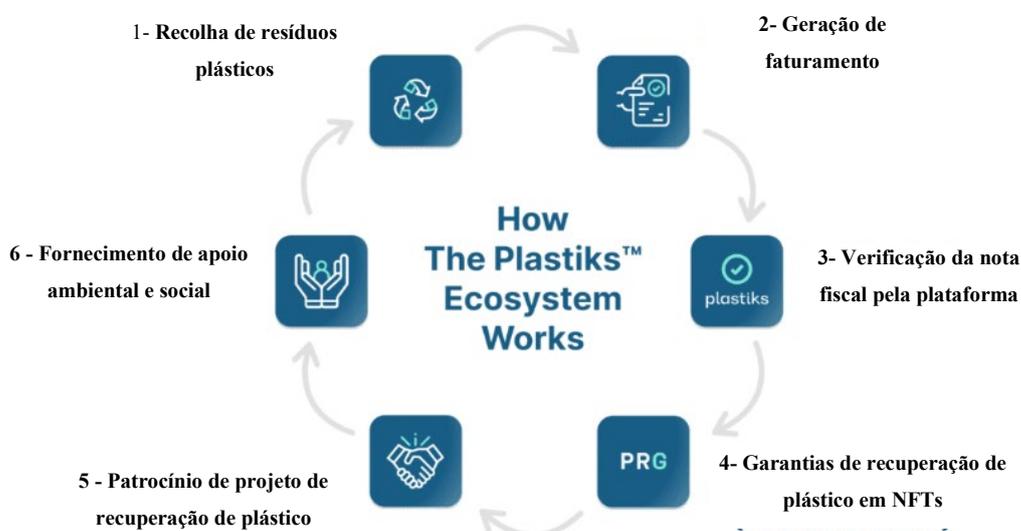
Em fevereiro de 2019 a *Green Mining* conquistou seu 1º prêmio internacional estando no Top 3 do *Better World Award*, realizado na Bélgica. Já em outubro 2019 venceu a Competição de Ideias de Negócios Verdes da *Climate Ventures*, e representou o Brasil no programa mundial *Climate Launchpad*, na Holanda. A startup fechou o ano de 2019 sendo escolhida como vencedora da 1ª edição brasileira do evento europeu *Greentech Challenge*.

Junto com a Ambev a *Green Mining* trabalha a embalagem circular, e o objetivo da Ambev, empresa criada em 1880 como Companhia Antarctica Paulista, é ter 100% dos produtos em embalagens retornáveis ou feitas majoritariamente de conteúdo reciclado, até 2025. Aumentar o material reciclado em suas embalagens e aumentar as taxas de reciclagem em todo o mundo através da recuperação e reutilização de vidro, alumínio e pet. O uso da resina reciclada também contribui para redução de 70% de consumo de energia, redução em média 20% do consumo de água além de reduzir de maneira significativa as emissões atmosféricas em 40% quando comparando ao processo de fabricação da resina virgem.

Através da plataforma digital, que fornece incentivos para as empresas e pessoas permitindo transacionar créditos e informações de cadeias de reciclagem ao expandir circularidade do plástico, observou-se a facilitação através de um *marketplace* com projetos de recuperação e recicladores em todo o mundo. Esses negócios de recuperação e reciclagem podem transformar seus dados de faturamento em NFTs PRG (*Plastic Recovery Garante*), onde cada PRG criado usa dados registrados na *Blockchain* para certificar que uma quantidade correspondente de plástico foi recuperada.

O *marketplace* dá a oportunidade de criar outro fluxo de receita para projetos de recuperação nas áreas trabalhadas, ao mesmo tempo em que contribui para um mundo livre da poluição plástica. O processo feito pela plataforma trabalha 6 elos em cadeia: recolha de resíduos plásticos; geração de faturamento; verificação de faturamento pela plataforma; garantias de recuperação de plástico via NFTs patrocinar um projeto de recuperação de plástico; realização de apoio ambiental e social, conforme ilustra a figura 3.

Figura 3 - Elos da Plataforma B



1 - Recolha de resíduos plásticos: Em todo o mundo, projetos de recuperação de plásticos como *Green Mining* (Brasil) são a espinha dorsal da plataforma. O projeto coleta resíduos plásticos de suas comunidades locais como praias, rios, oceanos, terrenos baldios, aldeias e bairros. Após a recuperação do material plástico, limpeza e triagem adequada por diferentes tipos de plástico (PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, outros) a *Green Mining* negocia a revenda desses materiais a um preço padrão estabelecido por cada país ou região comercial que geralmente é negociado em toneladas. Esse trabalho é realizado sem o uso de infraestrutura moderna, e é um processo manual que resulta no menor retorno do investimento.

2 - Geração de faturamento: A plataforma B utiliza os dados de faturamento dos projetos de recuperação de plásticos para verificar se os materiais estarão de volta à cadeia de valor. Ao vender esse material para reciclagem, que irá transformá-los em micro bolinhas de plástico ou granulado, cada projeto de recuperação de plástico gera uma nota fiscal com número de identificação fiscal, local, data, quantidade e tipo de plástico recuperado. Esta nota fiscal é o documento formal que comprova que o material foi recuperado e vendido para reciclagem.

3 - Verificação da nota fiscal pela plataforma: Os dados da nota fiscal são inseridos para a plataforma *Plastiks*, e serve como prova de recuperação de crédito plástico. Os dados de crédito plástico de prova de recuperação são carimbados e armazenados na *Blockchain* como um ativo digital NFT, o que o torna imutável e transparente para os propósitos circulares.

4 - Garantias de recuperação de plástico em NFTs (PRG NFTs): A nota fiscal é digitalizada e armazenada no banco de dados do *marketplace* alimentado por *Blockchain* como garantia de recuperação de plástico, tornando assim um ativo digital NFT, sendo uma certificação digital única. Trata-se de um tipo de crédito plástico, representando uma certa quantidade e tipo de plástico recuperado. A solução *Blockchain* é neutra em carbono e prova de participação. O *Blockchain* é utilizado para garantir uma cadeia de valor mais sustentável. A tecnologia de contrato inteligente se auto aplica para permitir o rastreamento carimbado de transações que fornecem procedências de dados imutáveis e, portanto, mais transparência da cadeia de valor. Em cada etapa da cadeia de valor de gestão de resíduos os dados das transferências físicas e digitais podem ser acompanhados com confiança através da plataforma, ajudando a reduzir a quantidade de plástico e outros fluxos de resíduos que acabam em aterros ou incineradores. Devido

à imutabilidade dos dados, qualquer usuário pode auditar transações para identificar práticas fraudulentas ou negligentes, fornecendo incentivos para todo o sistema e, assim, facilitando a confiança do usuário. Os NFTs (*tokens* não fungíveis) são utilizados para poder determinar seu proprietário. NFTs são direitos negociáveis para ativos digitais (imagens, músicas, vídeos, criações virtuais) onde a propriedade é registrada em contratos inteligentes em uma rede blockchain.

5 - Patrocínio de um projeto de recuperação de plástico: A plataforma B através da Garantia de Recuperação de Plástico fornecem um ecossistema onde qualquer usuário tem acesso para se envolver e colaborar entre si, o que cria um efeito multiplicador ao promover e patrocinar projetos de recuperação de plástico. Outras plataformas de crédito plástico no mercado podem oferecer pacotes de patrocínio. O diferencial da plataforma *Plastiks* é que ela usa dados para demonstrar a eficácia de cada patrocínio, ao mesmo tempo em que os recompensa por compartilhar seus dados para tornar os patrocínios futuros ainda mais eficazes. Os PRGs de projetos são listados no *marketplace Plastiks* para que possam ser adquiridos por usuários que desejam patrocinar o trabalho de recuperação de plástico em todo o mundo, com foco especial em projetos de países em desenvolvimento. Os usuários podem direcionar o tipo de projetos de recuperação de plástico que gostariam de patrocinar. Eles podem escolher a região e o país onde está localizado o projeto de recuperação, a decisão de escolher um projeto pode talvez ser desencadeada por uma conexão emocional com o trabalho que está sendo feito ou por uma decisão estratégica para o negócio, ou ambos. Por exemplo, um cliente do Hotel Lancaster, em Paris, optou por patrocinar o projeto brasileiro da *GreenMining*, pois muitos de seus clientes são do Brasil. Por isso eles queriam um projeto de apoio à comunidade brasileira local como forma de demonstrar um investimento adicional nas comunidades locais de seus clientes.

6 - Fornecimento de apoio ambiental e social: para os projetos gerarem um impacto social significativo a plataforma apoia e dignifica o trabalho dos catadores, melhora as condições de trabalho e emprega mais pessoas com baixas oportunidades de trabalho e renda, investimento em melhor infraestrutura e equipamentos, proporcionando educação sobre circularidade plástica e reciclagem para as comunidades locais, conscientiza e compartilha da importância do trabalho em sua região de trabalho e os usuários podem, então, demonstrar sua ação ambiental verificável pelo aplicativo da comunidade *Plastiks*, compartilhando também seu compromisso com a comunidade global.

Figura 4 - Ecosistema *Blockchain*

Ecosistema blockchain.



Fonte: Autor, ano <https://plastik.io>, acesso em: 24 dez. 2022 **ESSA INFORMAÇÃO VAI NA REFERÊNCIA**

Os diferenciais divulgados pela plataforma envolvem: empresas, pessoas e projetos. Para empresas que usam, produzem ou distribuem plástico a plataforma melhora a comunicação de seu compromisso a agenda sustentável e as metas ESG. As pessoas que são ambientalmente conscientes passam a perceber a contribuição da organização na remoção do plástico do meio ambiente. Fornece os meios para acessar novas fontes de financiamento para projetos de recuperação que precisam do financiamento para aumentar suas atividades.

As principais funcionalidades da plataforma B são:

a) Garantia de Recuperação de Plásticos

O *token* e o registro de NFTs são criados a partir das notas fiscais geradas pelos projetos de recuperação e empresas de gerenciamento de resíduos e empresas de reciclagem em todo o ecossistema. Estas faturas são a prova documental de que determinado tipo de plástico e determinadas quantidades foram recuperados. Os NFTs se tornam Garantias de Recuperação de Plásticos. As Garantias de Recuperação de Plásticos são conjuntos digitais exclusivos, conhecidos como NFTs, que proporcionam às empresas a transparência para compartilhar seu compromisso ambiental. Esses NFTs são acessíveis e visíveis nos perfis de sustentabilidade que cada usuário possui na plataforma. Esses perfis de sustentabilidade permitem a comunicação verificável de reivindicações de práticas de ESG (Governança Social Ambiental).

b) Monitoramento

Na plataforma, os usuários, sejam empresas ou pessoas, podem monitorar seu impacto no meio ambiente e compartilhá-lo com seu público. Projetos de recuperação de todo o ecossistema *Plastiks* estão entregando seus dados de recuperação de plástico usando a tecnologia NFT da plataforma para fornecer dados verificáveis de como e onde os plásticos são recuperados no mundo. Esses projetos são patrocinados diretamente quando NFTs são comprados e vendidos. A aquisição de NFTs e o seu impacto em uma iniciativa circular pode ser compartilhado nas redes sociais utilizando o *dashboard* de sustentabilidade da plataforma que destaca os detalhes de onde o plástico vai ser recuperado, quantidade a ser recuperado e quem irá realizar a recuperação.

c) Rastreabilidade do plástico

O *token* ASTIK desbloqueia as funcionalidades necessárias para rastrear, publicar e vender garantias de recuperação de plástico.

d) Interoperabilidade

De acordo com a *Plastiks* (2022), a interoperabilidade *Blockchain* refere-se a uma ampla gama de técnicas que permitem que diferentes redes *blockchain* escutem umas às outras, transfiram conjuntos digitais e dados entre si e permitem uma melhor colaboração. A plataforma *Plastiks* desenvolve a capacidade de anexar Garantias de Recuperação de Plástico (NFTs Utilitários) a qualquer NFT e em qualquer mercado para que tais NFTs possam ter um impacto ambiental positivo.

e) *Token*, NFT e sustentabilidade

A *Plastiks* usa a tecnologia *Blockchain* para incentivar a rastreabilidade e a transparência sobre a quantidade de plástico está sendo recuperado em todo o ecossistema da plataforma e para onde vão os dados quando uma transação acontece. A plataforma *Plastiks* planeja oferecer créditos de recuperação de plástico a todas as plataformas de NFT existentes além de vincular todos os NFTs existentes a créditos de recuperação de plástico. Dessa forma, toda vez que houver uma transação na plataforma e o plástico for recuperado, os usuários construirão seu perfil circular, mostrando quanto plástico foi recuperado e de qual região, para que seu impacto possa ser compartilhado. A plataforma *Plastiks* usa ERC721 e ERC1155 para construir certificados digitais de recuperação de plástico, onde são armazenadas informações sobre quanto plástico foi recuperado, quando, onde e por quem, incluindo um *hash* da fatura real gerada pelo reciclador. Com projetos contínuos sobre sustentabilidade a plataforma *Plastiks* utiliza o Celo que é uma rede *blockchain* com emissão de carbono negativo, que gera impacto ambiental de tecnologia *Blockchain*. As garantias de plástico recuperado que podem

ser usadas como crédito de plástico refletem a quantidade de plástico recuperado, ou seja, 1kg = 1 crédito de plástico.

Caso C: PLATAFORMA C

A plataforma C faz parte de uma empresa de tecnologia que tem como propósito obter uma produção sustentável. Desenvolveram um SaaS *Environmental–Social–Governance* (ESG) com arquitetura *Blockchain* que efetua a rastreabilidade e o monitoramento de processos e de cadeias produtivas. São especializados em EC e solução *Smart City* com reconhecimentos internacionais na área de *Blockchain* não financeiro, incluindo o posicionamento de *Technology Pioneers* pelo Fórum Econômico Mundial (WEF). Nesta plataforma é feita a gestão dos resíduos sólidos desde a origem do resíduo ou perda produtiva, passando pelas movimentações internas, gestão de documentos e licenças, até a destinação final do processo e a rastreabilidade de cadeias produtivas. A plataforma também gerencia as perdas produtivas e destinações. Com o uso do sistema, é possível fazer a gestão de fornecedores e filiais, controle de produção, rastreio de transporte, até o descarte de resíduos e logística reversa. Além de reduzir e controlar as perdas produtivas, os resíduos internos e externos, de filiais e seus parceiros, as empresas também se beneficiam com todo o conhecimento jurídico ambiental que estão disponíveis no *software*, pois conseguem controlar todas as legislações, certificados, licenças e documentos pertinentes da sua cadeia de relacionamentos bem como de mantendo o controle que é facilitado pela plataforma.

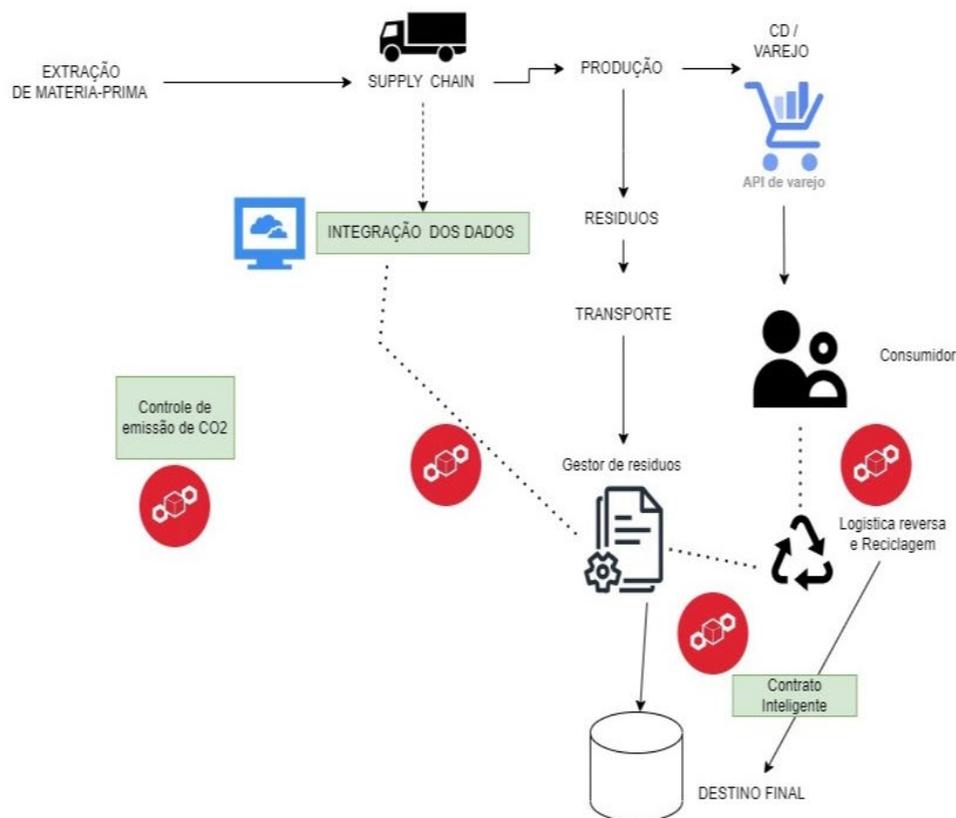
Todas as informações de sua cadeia produtiva ficam armazenadas em uma mesma plataforma, e podem ser acessadas a qualquer hora e em qualquer lugar, além de ter o controle de toda cadeia, desde a extração até a destinação final. Também permite o controle e emissão das licenças ambientais no cumprimento da legislação e é recurso importante para auditoria interna e externa. Um dos principais diferenciais é a utilização da tecnologia *Blockchain*, conferindo aos processos a garantia da segurança e transparência dos dados inseridos no sistema.

O *Chief Operating Officer* (COO) dissertou acerca da plataforma apresentando a interação desta com a Economia Circular juntamente com os desafios crescentes que surgem no decorrer da sua execução, além de sua importância como habilitadora.

4.1 GESTÃO DE CADEIA PRODUTIVA VIA *BLOCKCHAIN*

Todas as etapas do processo de rastreabilidade dos resíduos, desde o descarte pelo gerador até o destino, são validadas por todos os elos da cadeia por meio de um *QR Code*. As informações ficam documentadas dentro da plataforma e podem ser acessadas de qualquer dispositivo, bastando ter um *login* e uma senha. Através da plataforma é possível cadastrar transportador e destino final, possibilitando guardar todas as informações de cada um deles, como por exemplo, licenças válidas ou vencidas, garantindo que o transportador e o receptor do resíduo estejam em dia com as legislações e *compliance* ambientais, atestando confiabilidade aos entes e ao processo. A plataforma é dinâmica, sendo incorporadas novas funcionalidades constantemente. Hoje a plataforma oferece um ecossistema de rastreabilidade e sua aplicação é toda com baseada em *BlockChain*.

Figura 5 - Gestão da cadeia Produtiva – Plataforma C



Fonte: Autor

A plataforma C disponibiliza em tempo real: geolocalização de resíduos, acesso imediato à informação, rastreabilidade do ciclo, controle de processos, KPI's ESG em tempo real e integração pública e privada. A plataforma destaca a funcionalidade do MTR *online* estar

integrada com o Sistema Nacional de Informação de Resíduos (SINIR) e demais sistemas estaduais, permitindo extrair em tempo real relatórios gerenciais, fiscais e ambientais sobre todas as operações de resíduos efetuadas, além de ter o controle de geração de resíduos por área produtiva, turno, controle de movimentações internas entre as áreas geradoras e sua central de resíduos com controle de estoque e até mesmo ratear os custos e receitas dos seus resíduos por área.

Diferenciais da plataforma C:

- a) Integrada de sistemas públicos e privados de gerenciamento de resíduos sólidos via tecnologia *Blockchain*;
- b) Rastreamento da cadeia de suprimentos e produção, focado em ESG;
- c) Utiliza *Blockchain* em uma aplicação não-financeira para a área ambiental e de cadeias produtivas;
- d) Integra dados de todos os entes da cadeia produtiva em redes fechadas (privada e permissionada);
- e) Estruturada de gestão de cadeia ambiental e produtiva.

Objetivos da plataforma C:

- a) Gestão ESG - *Environmental, Social and Corporate Governance*;
- b) Acompanhamento do caminho do resíduo gerado pela indústria em tempo real;
- c) Conexão do resíduo pós consumo a todos os entes da cadeia gerando uma nova vida aos resíduos;
- d) Monitoramento do carbono e mudanças climáticas com a gestão de toda origem e cadeia da emissão de gases e efeito estufa com a rastreabilidade de ponta a ponta;
- e) Controle e dimensionamento dos recursos hídricos em tempo real;
- f) Rastreamento da cadeia de suprimentos, transparência e controle dos processos ambientais.;

Funcionalidades principais da Plataforma C:

- a) Gerar manifestos de transporte de resíduos eletrônicos e controlar transporte, carga, destino e assinaturas de recebimento digitalmente;
- b) Controlar perdas, transportes e destinos da cadeia produtiva através de indicadores, gráficos e relatórios online;
- c) Geração de receitas e menos despesas a partir do controle da sua cadeia produtiva;
- d) Emissão de certificados de *compliance* ambiental da empresa;

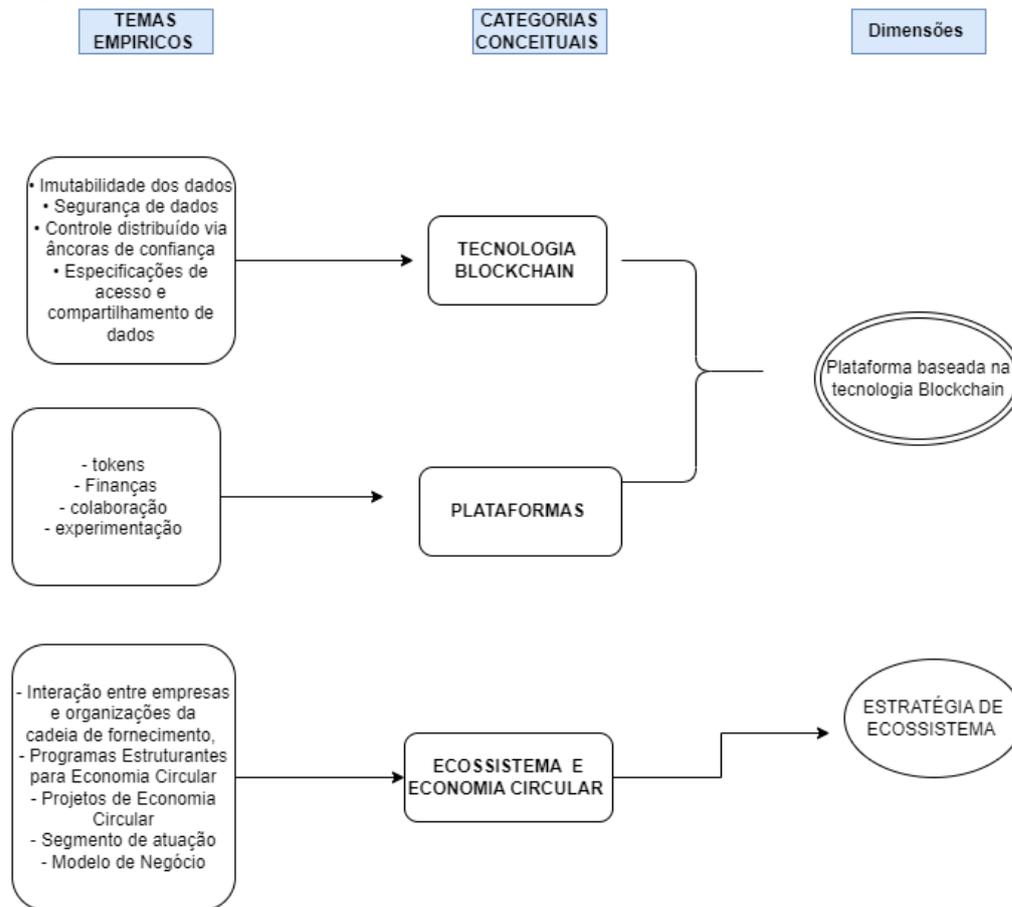
- e) Recebimento e criação de avisos automáticos de licenças, autorizações ambientais, certificados, manifestos, romaneios, notas fiscais, auditorias para cumprimento de prazos;
- f) Cumprimento de metas ambientais, estabelecendo KPIs variados e controle de resultados;
- g) Gestão direta das empresas que gerenciam e tratam seus resíduos, criação de histórico para relações comerciais e verificação do atendimento legal de fornecedores;
- h) Automatização de processos e controle para a gestão dos materiais e logística em tempo real com a integração de sensores IoT.

4.2 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo foram discutidos os resultados da pesquisa realizada nas plataformas que fazem parte do estudo. A descrição dos casos está baseada em evidências empíricas, coletadas por meio de dados primários com os colaboradores das empresas e questionário complementar, assim como outras fontes de informações de dados secundários como relatórios e apresentações institucionais disponíveis nos sites das empresas participantes do estudo.

Através da análise dos casos e dos respectivos temas empíricos foi possível agrupá-los em três categorias conceituais, usando codificação axial (CORBIN; STRAUSS, 2015). A estrutura de dados que resultou desta análise iterativa é apresentada na Figura 6. Estas foram sintetizadas em duas dimensões agregadas: plataforma baseada em *Blockchain* composto por Tecnologia *Blockchain* e Plataformas e estratégias do ecossistema da Economia Circular.

Figura 6 - Estrutura de Dados para Análise



Fonte: Autor

4.2.1 Dimensão: estratégia de ecossistema no contexto da EC

O caso A que atua no contexto do plástico, busca promover a economia circular através da atividade de reciclagem. Devido à sua estrutura química só se pode reciclar a maior parte do plástico três vezes, e cada processo de reciclagem produz uma qualidade inferior do plástico. Em todos os processos de reciclagem do plástico há um comprometimento do meio ambiente, no entanto, aumentar a capacidade de reciclagem é da extrema importância. Neste contexto, a Plataforma A atua buscando estruturar programas de economia circular. Com base nos casos estudados, as plataformas forneceram soluções permitindo o intercâmbio padronizado e seguro de informações e documentação trazendo a digitalização de fluxos de trabalho e mecanismos financeiros para a estruturação de Programas de Economia Circular.

Especificamente os casos A e B criaram a base para o ecossistema alavancar com um mercado planejado de serviços complementares beneficiando os atores, além de um alto nível

de externalidades de rede. Os temas de economia circular, ecossistemas de negócios estão relacionados conforme já discutidos por Konietzko, Bocken e Hultink (2020).

Alinhado aos autores Konietzko, Bocken e Hultink (2020) a plataforma B oferece Garantia de Recuperação de Plástico fornecendo um ecossistema onde qualquer usuário tem acesso, o que cria um efeito multiplicador ao promover e patrocinar projetos de recuperação de plástico.

Os casos analisados operam baseados na sinergia entre as áreas corporativas, governo e sociedade. Essa sinergia ocorre oferecendo troca de conhecimentos, informações, tecnologias e recursos. O caso C destaca o ecossistema criado através da plataforma para diferentes atores como prestadores de serviço de coleta, reciclagem e demais tipos de destinação final de resíduos, além da integração com sistemas públicos.

O desenvolvimento de ecossistema para o contexto das práticas circulares é relevante para os negócios, pois agregam valor ao empreendimento, tornam as atividades mais econômicas, dinâmicas e tendem a torná-las cada vez mais produtivas (EMF, 2013). O uso inadequado de materiais, seja pelo desperdício, pela baixa qualidade ou pelos erros na produção, acarreta aumento direto nos custos operacionais, redução da produtividade, aumento do valor final do produto e, conseqüentemente, a redução da competitividade perante os concorrentes no mercado (BLOMSMA; BRENNAN, 2017).

As plataformas pesquisadas buscam o desenvolvimento de processos mais eficientes, por meio de ecossistemas tecnológicos e práticas nas organizações, que empreguem uma quantidade menor de insumos e que gerem ao mesmo tempo uma produção de acordo com (GHISELLINI, 2016).

Batista et al. (2019), os casos estudados mostram engajamento e parceria de outros elos da cadeia de suprimento que auxiliam no desenvolvimento de ecossistema que facilitarão a reutilização e reformulação dos produtos

A Economia circular e as respectivas práticas foram identificadas nos casos participantes por meio da criação de ecossistema de registro de resíduos sólidos produzidos na indústria. Este registro, quando elaborado, concebe uma fonte de conhecimento se os tipos de produtos recuperados são viáveis para a criação de um ecossistema que auxiliará o gerenciamento dos resíduos formulando assim PEC para reduzir, prevenir e, se possível, impedir a geração de resíduos adicionais durante o processo produtivo. Onde o estudo dos casos pôde averiguar, quanto maior for a integração e cooperação da relação empresa e fornecedor maior será a probabilidade de criação de novos negócios, agregação de valor ao produto e à cadeia de suprimento, revisão dos custos operacionais para o ecossistema,

intensificação das parcerias e seus respectivos planejamentos e, os geração de valor para os envolvidos (WEETMAN, 2016).

Os modelos de negócios estudados utilizam o ecossistema de tecnologia digital, colaborando com a afirmação de que a tecnologia digital provou ser um catalisador para que todo o conceito floresça; como evidenciado por estudos e artigos de pesquisa sobre EC (JABBOUR et al., 2019). Os ecossistemas digitais podem transformar negócios em sistemas inteligentes para produzir produtos e serviços inteligentes (BÜCHI; CUGNO; CASTAGNOLI, 2020). Um exemplo relevante do estudo é a plataforma C, que melhorou o desempenho em todos os níveis da organização com a implementação MTR, assim como achado no estudo de Ardito et al. (2018).

4.2.2 Dimensão: plataforma baseada na tecnologia *Blockchain*

A criação de ecossistemas baseados no *Blockchain* tem crescido nos últimos anos e sua característica transversal permitiu ser adotada em diferentes segmentos com diferentes perspectivas, como no contexto da Economia Circular. Conforme indicado pelos casos estudados, além da criação de valor para os atores, maior eficiência operacional e oportunidades para alavancar o ecossistema aberto, e de soluções voltadas para a segurança da informação, também se encontrou nas plataformas uma concentração de ações para a criptografia e segurança dos dados. Através delas identificou-se o desenvolvimento de aplicações, via *Blockchain*, que utilizam contratos inteligentes, serviços de arquivo e consenso distribuído, gerando uma camada de internet confiável. Também se destaca a infraestrutura para aplicativos e uso de *tokens* no gerenciamento de informações, para uma computação segura e que utiliza criptografia.

A implementação da funcionalidade imutável de informações permite ações automatizadas e rastreáveis de desempenho entre os parceiros contratuais, sugerindo a integridade e confiabilidade dos dados, habilitadas pelo *Blockchain*, podendo detectar melhor o oportunismo e reduzir custos de monitoramento.

Ao alavancar os recursos do *Blockchain*, os responsáveis pela plataforma estão expandindo o valor da plataforma e desenvolvendo aplicativos complementares que permitem a interação com desenvolvedores externos, criando assim um ecossistema de plataforma aberta. A camada de dados permitiu a criação de um mercado que pode ser aberto a serviços complementares especializados para desenvolver soluções inovadoras que expandam o valor do seu ecossistema no âmbito da Economia Circular. A arquitetura de ecossistema é capaz de

produzir um tipo de inteligência coletiva que não é somente humana, mas capaz de conectar uma série de entidades heterogêneas e monitorar a complexidade dinâmica do entorno da comunidade de consumo, de modo sustentável e integrando toda a ecologia de uma região ou de um território específico.

Os ecossistemas e a plataformas *Blockchain* contempladas neste estudo podem constituir experiências adicionais para o tema da Economia Circular. As arquiteturas apresentadas em cada uma das categorias de ecossistemas definidos abordam a participação plural de perspectivas, que vão desde aspectos particulares, como a tomada de decisão, a governança, a geração de valor e a transparência ou o engajamento de pessoas, até aspectos mais amplos como a quais espaços se direciona essa participação social e a quem ela vai se estender. Essas diferentes dinâmicas parecem, em certa medida, representar o reflexo de diferentes formas de perceber e de se relacionar no ecossistema de plataformas. Com os dados e fluxos informativos construídos, seja de modo registrado, entendendo os elementos que o compõem como ferramentas que ampliam ou facilitam uma forma de participação já existente.

Através da análise de conteúdo, na dimensão de relevância para a plataforma de tecnologia *Blockchain*, pode-se concluir que a estrutura de valor foca na configuração descentralizada do *Blockchain* como forma de otimizar os processos de transações, e na tecnologia funcionando como o elo de confiança para operacionalizar as trocas. Podendo existir a dinâmica de entrega de valor através do desenvolvimento de uma interface mais amigável ao usuário, e do gerenciamento e armazenamento de dados de forma segura sendo a estrutura de governança, com a busca de conformidade e transparência, o avanço da tecnologia.

Para Behnke e Janssen (2020) as considerações de rastreabilidade contribuem para a resiliência. Observou-se que todos os casos estudados possuem sistemas de rastreabilidade *Blockchain* e assim os fluxos de resíduos entre os atores reafirmam as pesquisas de Jabbour et al. (2019), podendo gerar e contribuir para uma sociedade mais sustentável (JESUS; MENDONÇA, 2018; GENOVESE et al., 2017).

Através da tecnologia *Blockchain* os vínculos da PEC ao longo do ciclo de vida dos produtos observados no caso B, podem transformar os processos de produção e consumo (NANDI et al., 2020). A PEC relacionada à *Blockchain* pode permitir à criação de cadeias de abastecimento circulares e pode atender às necessidades de recursos em pandemias, como observado no caso da plataforma B, através da criação de valor para os catadores.

A tecnologia *Blockchain* participa de vários estágios da cadeia de abastecimento, fornecendo dados através dos estágios da cadeia de abastecimento, como observado nos casos

estudados, valorizando a sustentabilidade socioambiental da cadeia de abastecimento (KOUHIZADEH, 2020).

4.3 CONTRIBUIÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS

As práticas da EC suportadas pela tecnologia *Blockchain* representam os procedimentos típicos que foram desenhados para o desenvolvimento das plataformas e consistem em um processo complexo, pois são influenciadas por fatores ambientais, pela ação dos líderes/gestores e pela cultura organizacional, ocasionando um conjunto particular de integração das práticas da Economia Circular e Tecnologia Digital, conforme observado nos casos analisados.

O estudo apresentou as duas dimensões teóricas que são estruturantes para as plataformas voltadas à execução das práticas circulares: tecnologia *Blockchain* e a Estratégia dos Ecossistemas no contexto da EC. O estudo também contribui para a literatura de plataforma emergente, à medida que explorou a utilização da plataforma *Blockchain* e suas funcionalidades ligadas na execução das práticas circulares, como o *Token* e NFT no contexto da sustentabilidade. As plataformas A e B destacaram a tokenização na economia circular (transformação de um ativo real em um ativo digital, fragmentado em unidades criptografadas: os *tokens*).

Como contribuição prática, a compreensão da aplicação da tecnologia *Blockchain* integradas ao contexto da EC podem suportar o desenvolvimento de um *framework* com ações e estratégias que as empresas podem adotar para habilitar a transição da economia linear para a economia circular. A tecnologia *Blockchain* têm recursos que são fundamentais para as empresas: (1) os dados não são concentrados, portanto todas as alterações precisam ser validadas por consenso; (2) segurança e (3) rastreabilidade. Esses recursos combinados tornam o *Blockchain* uma tecnologia fundamental para organizações que precisam de soluções de tecnologia escaláveis e seguras na intenção de impulsionar uma nova geração de aplicativos envolvendo coleta, compartilhamento de dados e rastreabilidade.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo analisou a plataforma de *Blockchain* na execução das práticas de Economia Circular. Conforme os resultados apresentados, foi possível identificar que a Plataforma de *Blockchain* têm função habilitadora para a execução de práticas de EC, destacando a rastreabilidade, a confiabilidade e a segurança para as práticas empregadas no contexto da Economia Circular.

As plataformas A e B têm como objetivo apoiar projetos de recuperação plástica e seus esforços podem contribuir com pessoas, empresas e governos. A plataforma C oferece um conjunto de serviços ligados à sustentabilidade, como o rastreamento da cadeia de suprimentos, transparência e controle dos processos ambientais. Assim, a tecnologia estabeleceu uma base sólida para a adoção da Economia Circular em termos de reutilização, reaproveitamento, economia de compartilhamento, reciclagem e gerenciamento de informações relacionadas à reciclagem. A reciclagem de resíduos é uma forma de criação de riqueza. Podendo estimular o investimento, criar empregos, reduzir a pobreza, economizar dinheiro dos municípios, melhorar competitividade industrial, conservar os recursos naturais e proteger o meio ambiente.

Como limitações, primeiro por se tratar de uma pesquisa qualitativa, não se deve considerar a generalização dos resultados obtidos, pois o presente estudo tem por base três casos envolvendo o tema de Plataforma *Blockchain*. Vale também a reflexão sobre limitação de estudo de caso que é a representatividade da fala individual em relação a um coletivo maior. Para pesquisas futuras, embora os ecossistemas com dimensão estruturante baseado em *Blockchain* se apresentam promissores para a transformação digital em indústrias sensíveis a dados, o valor potencial de um ecossistema de plataforma baseado em *Blockchain*, que legitimará a adoção no contexto da Economia Circular, necessita ser claramente conceituada e comunicada.

Adicionalmente, mecanismos eficazes de governança de plataforma são essenciais para garantir a adoção no contexto da EC e o sucesso da plataforma constitui também uma agenda de pesquisa futura. De forma geral, a interação de diferentes mecanismos de governança nos estágios iniciais do desenvolvimento do ecossistema da plataforma baseada em *Blockchain* precisa ser explorada.

REFERÊNCIAS

- ANGELIS, Roberta de; HOWARD, Mickey; MIEMCZYK, Joe. Supply chain management and the circular economy: towards the circular supply chain. **Production Planning & Control**, v. 29, n. 6, p. 425-437, 2018.
- ARDITO, Lorenzo et al. Towards Industry 4.0: Mapping digital technologies for supply chain management-marketing integration. **Business process management journal**, v. 25, n. 2, p. 323-346, 2018.
- BAG, Surajit; GUPTA, Shivam; FOROPON, Cyril. Examining the role of dynamic remanufacturing capability on supply chain resilience in circular economy. **Management Decision**, v. 57, n. 4, p. 863-885, 2019.
- BATISTA, Luciano et al. Circular supply chains in emerging economies—a comparative study of packaging recovery ecosystems in China and Brazil. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 23, p. 7248-7268, 2019.
- 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.
- BEHNKE, K.; JANSSEN, M. F. W. H. A. Boundary conditions for traceability in food supply chains using blockchain technology. **International Journal of Information Management**, v. 52, p. 101969, 2020.
- BÜCHI, Giacomo; CUGNO, Monica; CASTAGNOLI, Rebecca. Smart factory performance and Industry 4.0. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 150, p. 119790, 2020.
- CAUCHICK MIGUEL, P. A.; SOUSA, R. O método do estudo de caso na engenharia de produção. In: CAUCHICK MIGUEL, P. A. (Ed.). **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier: ABEPRO, 2012.
- CHAUHAN, C.; PARIDA, V.; DHIR, A. Linking circular economy and digitalisation technologies: A systematic literature review of past achievements and future promises. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 177, p. 121508, 2022.
- CORBIN, J.; STRAUSS, A. **Basics of Qualitative Research**. Thousand Oaks, CA: Sage, 2015.
- CHEN, Yan. Blockchain tokens and the potential democratization of entrepreneurship and innovation. **Business horizons**, v. 61, n. 4, p. 567-575, 2018.
- DCC - DIGITAL CURATION CENTRE. **Curation Lifecycle Model**: A graphical, high-level overview of the stages required for successful management, curation and preservation of data 2004-2022 Institucional. 2022. Disponível em: <https://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/publications/DCCLifecycle.pdf>. Acesso em: 01 out. 2022.
- EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION (BRASIL). **Uma Economia Circular no Brasil**: Uma abordagem exploratória inicial. CE100 Brasil, jan. 2017. Disponível em:

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Uma-EconomiaCircular-no-Brasil_Uma-Exploracao-Inicial.pdf>. Acesso em: 26 nov. 2022.

EMF - ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the circular economy economic and business rationale for an accelerated transition**. 2013. Disponível em: <https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2022.

FRANCO, Maria A. Circular economy at the micro level: A dynamic view of incumbents' struggles and challenges in the textile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 833-845, 2017.

FRANÇA, A. S. L. et al. Proposing the use of blockchain to improve the solid waste management in small municipalities. **Journal of Cleaner Production**, v. 244, p. 118529, 2020.

GENOVESE, Andrea et al. Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: evidence and some applications. **Omega**, n. 66, p. 344–357, 2017.

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.

GOVERNATORI, Guido et al. On legal contracts, imperative and declarative smart contracts, and blockchain systems. **Artificial Intelligence and Law**, Dordrecht, v. 26, p. 377-409, 2019.

GROENING, C.; SARKIS, J.; ZHU, Q. Green marketing consumer-level theory review: a compendium of applied theories and further research directions. **J. Clean. Prod.**, n. 172, p. 1848–1866, 2018.

HUGHES, Laurie et al. Blockchain research, practice and policy: Applications, benefits, limitations, emerging research themes and research agenda. **International Journal of Information Management**, v. 49, p. 114-129, 2019.

IANSENTI, M.; LAKHANI, K. R. The truth about blockchain. **Harvard Business Review**, v. 95, n. 1, p. 118-127, 2017.

JABBOUR, Charbel Jose Chiappetta et al. Unlocking the circular economy through new business models based on large-scale data: an integrative framework and research agenda. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 144, p. 546-552, 2019.

JESUS, Ana de; MENDONÇA, Sandro. Lost in transition? Drivers and barriers in the eco-innovation road to the circular economy. **Ecological economics**, v. 145, p. 75-89, 2018.

KHAN, Syed Abdul Rehman et al. Determinants of economic growth and environmental sustainability in South Asian Association for Regional Cooperation: evidence from panel ARDL. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 27, n. 36, p. 45675-45687, 2020.

- KONIETZKO, Jan; BOCKEN, Nancy; HULTINK, Erik Jan. Circular ecosystem innovation: An initial set of principles. **Journal of Cleaner Production**, v. 253, p. 119942, 2020.
- KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. **Resources, conservation and recycling**, v. 127, p. 221-232, 2017.
- KOUHIZADEH, Mahtab; ZHU, Qingyun; SARKIS, Joseph. Blockchain and the circular economy: potential tensions and critical reflections from practice. **Production Planning & Control**, v. 31, n. 11/12, p. 950-966, 2020.
- LACITY, M. C. Addressing key challenges to making enterprise blockchain applications a reality. **MIS Quarterly Executive**, v. 17, n. 3, p. 201-222, 2018.
- LOHMER, J.; LASCH, R. Blockchain in operations management and manufacturing: Potential and barriers. **Computers & Industrial Engineering**, v. 149, p. 106789, 2020.
- LUTHRA, Sunil et al. An analysis of operational behavioural factors and circular economy practices in SMEs: An emerging economy perspective. **Journal of Business Research**, v. 141, p. 321-336, 2022.
- LYRA, João Guilherme. **Blockchain e organizações descentralizadas**. Rio de Janeiro: Brasport, 2019.
- MAGRINI, C. et al. Using internet of things and distributed ledger technology for digital circular economy enablement: the case of electronic equipment. **Sustainability**, v. 13, n. 9, p. 4982, 2021.
- MALIK, H. et al. A comparison of transfer learning performance versus health experts in disease diagnosis from medical imaging. **IEEE Access**, v. 8, p. 139367-139386, 2020.
- MASTOS, T. D. et al. Introducing an application of an industry 4.0 solution for circular supply chain management. **Journal of Cleaner Production**, v. 300, p. 126886, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126886>. Acesso em: 26 nov. 2022.
- NANDI, Santosh et al. Redesigning supply chains using blockchain-enabled circular economy and COVID-19 experiences. **Sustainable Production and Consumption**, v. 27, p. 10-22, 2021.
- NANDI, Santosh et al. Do blockchain and circular economy practices improve post COVID-19 supply chains? A resource-based and resource dependence perspective. **Industrial Management & Data Systems**, v. 121, n. 2, p. 333-363, 2021.
- NARAYAN, R.; TIDSTROM, A. Tokenizing cooperation in a blockchain for a transition to circular economy. **J. Clean. Prod.**, v. 263, p. 121437, 2020.
- NUÑEZ-CACHO, Pedro et al. What gets measured, gets done: Development of a circular economy measurement scale for building industry. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 2340, 2018.

OLNES, S.; UBACHT, J.; JANSSEN, M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing. **Government Information Quarterly**, v. 34, n. 3, p. 355-364, 2017.

PAULI, Gunter. **The Blue Economy 3.0**: The marriage of science, innovation and entrepreneurship creates a new business model that transforms society. Xlibris Corporation, 2017.

PIDUN, Ulrich; REEVES, Martin; SCHÜSSLER, Maximilian. Do you need a business ecosystem. **BCG Henderson Institute**, v. 11, 2019.

PLASTIKS. **Dados do site da Plastik.io**. 02 dez. 2022. Disponível em: <https://25258806.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/25258806/Plastiks_BRAND%20DOSSIER_09.2022.pdf?__hstc=92755330.83d278ee2c5ed3b48ff9623272238040.1674469828022.1674469828022.1674469828022.1&__hssc=92755330.1.1674469828022&__hsfp=1138715520>. Acesso em: 02 dez. 2022.

POURNADER, M. et al. Blockchain applications in supply chains, transport and logistics: a systematic review of the literature. **International Journal of Production Research**, v. 58, n. 7, p. 2063-2081, 2020.

PRATA, David N.; SANTOS, Cleorbete; ARAUJO, Humberto. **Fundamentos da tecnologia blockchain**. São Paulo: Amazon, 2019.

REIM, Wiebke; ANDERSSON, Ebba; ECKERWALL, Kajsa. Enabling collaboration on digital platforms: a study of digital twins. **International Journal of Production Research**, p. 1-17, 2022.

REUVER, Mark; SORENSEN, Carsten; BASOLE, Rahul C. The digital platform: a research agenda. **Journal of information technology**, v. 33, n. 2, p. 124-135, 2018.

REVOREDO, Tatiana. **Blockchain: tudo o que você precisa saber**. São Paulo: The Global Strategy, 2019.

RIISGAARD, H.; MOSGAARD, M.; ZACHO, K. O. Local circles in a circular economy: the case of smartphone repair in Denmark. **European Journal of Sustainable Development**, v. 5, n. 1, p. 109-124, 2016.

SAAVEDRA, Yovana M. B. et al. Theoretical contribution of industrial ecology to circular economy. **Journal of cleaner production**, v. 170, p. 1514-1522, 2018.

SABERI, S. et al. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019.

SAIDANI, M. et al. A taxonomy of circular economy indicators. **J. Clean. Prod.**, n. 207, v. 207, p. 542-559, 2019..

SAYÃO, Luís Fernando; SALES, Luana Farias. Curadoria digital e dados de pesquisa. **AtoZ: novas práticas em informação e conhecimento**, v. 5, n. 2, p. 67-71, 2016.

SCHROEDER, P.; ANGGRAENI, K.; WEBER, U. The relevance of circular economy practices to the sustainable development goals. **Journal of Industrial Ecology**, v. 23, n. 1, p. 77-95, 2019.

SCHWAB, Klaus M. **A quarta revolução industrial**. São Paulo: Edipro, 2018.

SHERMAN, Alan T. et al. On the origins and variations of blockchain technologies. **IEEE Security & Privacy**, v. 17, n. 1, p. 72-77, 2019.

SONG, J. **The Truth about Smart Contracts**. 2018. Disponível em: <https://jimmysong.medium.com/the-truth-about-smart-contracts-ae825271811f>. Acesso em: 21 dez. 2022.

STAHEL, Walter R.; REDAY-MULVEY, Genevieve. **Jobs for tomorrow: the potential for substituting manpower for energy**. Battelle, Geneva Research Centre, 1981.

TAKEDA, M.; JONES, R.; HELMS, M. Bureaucracy meets catastrophe: global innovations from two decades of research. **Japan Studies Review**, v. 12, p. 101-124, 2018.

TATE, Wendy L. et al. Seeing the forest and not the trees: Learning from nature's circular economy. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 149, p. 115-129, 2019.

TREIBL, H. The impact of the blockchain on the supply chain: A theorybased research framework and a call for action. **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 23, n. 6, p. 545-559, 2018.

URBINATI, Andrea; CHIARONI, Davide; CHIESA, Vittorio. Towards a new taxonomy of circular economy business models. **Journal of Cleaner Production**, v. 168, p. 487-498, 2017.

VLAJIC, J. V.; MIJAILOVIC, R.; BOGDANOVA, M. Creating loops with value recovery: empirical study of fresh food supply chains. **Prod. Plann. Contr.**, n. 29, n. 6, p. 522-538, 2018.

WEETMAN, Catherine. **A circular economy handbook for business and supply chains: Repair, remake, redesign, rethink**. EUA: Kogan Page Publishers, 2016.

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

YIN, R. K. **Case Study Research and Applications: Design and Methods**. EUA: Sage Publications, 2017.