

Economia circular e produtos como serviço: caminhos para um futuro sustentável

CARINA MENDONÇA MOREIRA DOS SANTOS

carinammoreira@outlook.com

UERJ

FRANCISCO SANTOS SABBADINI

franciscosabbadini@fat.uerj.br

UERJ

LUANA ALMEIDA

luana.almeida@fat.uerj.br

UERJ

Resumo: Resumo: O modelo econômico linear, que foi amplamente adotado desde a Revolução Industrial tem se apresentado insustentável diante o acréscimo de consumo de recursos naturais e da produção de resíduos, evidenciando a necessidade de transição para o modelo de Economia Circular. Esse modelo econômico apresenta estratégias para prorrogar o ciclo de vida dos produtos, reduzir o desperdício e potencializar a eficiência no uso de recursos. Nesse cenário, o conceito de Produto como Serviço tem conquistado cada vez mais relevância, transformando o vínculo entre consumidores e produtos, convertendo a posse pela experiência de uso. Embora sejam conceitos distintos, quando tratados em conjunto, a Economia Circular e o Produto como Serviço podem impulsionar modelos de negócios sustentáveis e eficazes, diminuindo desperdícios e motivando o uso otimizado de recursos. Nesta pesquisa, foi realizada uma análise bibliométrica que demonstra a evolução das publicações científicas sobre Produto como Serviço e Economia Circular. Os dados foram adquiridos através de consultas à base Scopus com o principal objetivo de identificar as estratégias e tendências associadas à adesão do Produto como Serviço dentro do contexto da Economia Circular. Os resultados comprovam um crescimento significativo no volume de publicações nos últimos anos, apontando um aumento de interesse no tema e reforçando o potencial de inclusão dessas abordagens como ferramentas essenciais para reduzir impactos ambientais e promover a inovação sustentável.

Palavras Chave: Produto como Serviço - Economia Circular - Análise Bibliométrica - PaaS

1 INTRODUÇÃO

A economia tem sido estruturada pelo modelo de propriedade, no qual os consumidores adquirem seus bens e são responsáveis pela sua manutenção e descarte. No entanto, esse modelo linear de consumo ocasiona um desperdício considerável de recursos naturais e colabora para o crescimento da produção de resíduos (Geissdoerfer et al., 2017). O avanço tecnológico e mudança nas preferências dos consumidores, como compra direta, controle sobre a manutenção, e acúmulo de bens, tem gerado interesse na busca por alternativas mais sustentáveis e eficientes, destacando o modelo de Product as a Service também conhecido como PaaS (Tukker, 2004). Segundo Bressanelli et al. (2018) o modelo PaaS propõe uma mudança na dinâmica entre empresas e consumidores, fazendo a substituição da posse de produtos, para o uso de serviços baseados no acesso. Desse modo, os consumidores podem aproveitar das funcionalidades de um produto sem ter a necessidade de adquiri-lo, ao mesmo tempo que as empresas mantêm a propriedade e responsabilidade por sua manutenção, atualização e reutilização.

O sistema chamado de economia linear segue a ideia de extrair, produzir e descartar. Portanto, os materiais são extraídos do meio ambiente, transformados em produtos de consumo, e ao fim de sua vida útil esses produtos são descartados como resíduos (Korhonen et al., 2018). Esse modelo é adotado por inúmeros setores de produção, tais como indústria têxtil, de eletrônicos e embalagens plásticas, e não considera a reintegração desses materiais ao ciclo produtivo, colaborando para a degradação ambiental e para o desperdício de recursos (Moraga et al., 2019).

Com a redução gradativa de matérias-primas e o aumento dos impactos ambientais, torna-se necessário adotar alternativas mais sustentáveis. Nesse cenário, o modelo de Economia Circular (EC) propõe uma alternativa viável para essa problemática, expondo um novo modelo em que produtos e materiais são reaproveitados, remanufaturados e reciclados dentro de ciclos fechados. Esse modelo permite produzir extraindo menos recursos finitos e reduzir a geração de resíduos, promovendo um modelo econômico mais sustentável e equilibrado (Geissdoerfer et al., 2017).

A ligação entre Economia Circular e Produto como Serviço tem sido um assunto gradativamente mais explorado na literatura acadêmica. Segundo Ellen McArthur Foundation (EMF) estudos apontam que a adesão do PaaS pode acelerar a transição para um modelo circular, permitindo assim que fabricantes permaneçam com o controle sobre os produtos ao longo do seu ciclo de vida, motivando práticas como a manutenção preditiva, remanufatura e reutilização. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo traçar um panorama da evolução das pesquisas relacionadas PaaS no cenário de Economia Circular.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta sessão, serão apresentados os fundamentos relativos aos conceitos de Produtos como Serviço e Economia Circular e seus ciclos biológico e técnico, que tem como finalidade fornecer embasamento teórico à pesquisa.

2.1 Economia Linear

Segundo EMF (2023) “A economia linear é um sistema onde os recursos são extraídos para a produção de bens, que se tornam resíduos e são desperdiçados ao fim de suas vidas úteis.”

Nesse modelo, os produtos e materiais não são aproveitados em todo o seu potencial, e seguem um caminho único que é da matéria-prima ao descarte. EMF (2013) apresenta custos do modelo linear baseado em dados empíricos e modelagem econômica, citando o relatório do *Sustainable Europe Research Institute*, afirmando que 21 bilhões de toneladas de materiais utilizados nas indústrias são desperdiçados sem compor o produto final, sendo perdidos durante o processo de transformação dos materiais, mal armazenamento e na produção, etc. A economia linear é um sistema de produção prejudicial ao meio ambiente, que degrada o ecossistema e contribui para uma série de desafios globais, envolvendo as mudanças climáticas e danos a biodiversidade.

A economia linear desconsidera o impacto sistêmico de seus processos, concentrando-se apenas na análise do ciclo de vida dos produtos de forma fragmentada, o que dificulta a redução dos danos socioambientais. Korhonen *et al.* (2018), afirmam que o modelo linear representa uma visão reducionista que separa os sistemas naturais dos sistemas econômicos, resultando em práticas que não sustentam mecanismos de regeneração e circularidade. Além disso, esse padrão linear também traz riscos econômicos, uma vez que a variação de preços de matérias-primas, a limitação de insumos e os custos com descarte de resíduos tornam-se crescentes.

Para superar essas limitações, torna-se essencial a transição para modelos que integrem os sistemas econômicos aos processos naturais, promovendo a reutilização, a regeneração e a circularidade dos recursos.

De acordo com Korhonen *et al.* (2018), o modelo linear é baseado em uma estratégia que dissocia os sistemas naturais dos sistemas econômicos, dando prioridade a práticas focadas na extração, uso e descarte de recursos. Essa estrutura cria uma separação entre as atividades humanas e os ciclos regenerativos da natureza, resultando em impactos significativos sobre os recursos disponíveis e o meio ambiente.

Nesse cenário, cresce a urgência de transição para modelos alternativos como a Economia Circular, que propõe uma reformulação sistêmica das cadeias produtivas para garantir a retenção de valor, o uso prolongado dos produtos e a regeneração dos sistemas naturais (Moraga *et al.*, 2019).

2.2 Produto como serviço

O conceito de PaaS, vem se destacando na literatura acadêmica como um modelo de negócio essencial alinhado a Economia Circular. De acordo com BRESSANELLI *et al.*, (2018) o PaaS pode diminuir significativamente o impacto ambiental ao conseguir prolongar o ciclo de vida de produtos.

O modelo PaaS é uma abordagem de negócio inovadora em que o valor entregue ao cliente está associado de forma direta ao uso do produto, e não pela posse do item. Nesse caso, as empresas continuam pertencentes dos bens e os disponibilizam aos clientes sob a maneira de serviço, podendo ser, aluguel, *leasing*, assinatura ou pagamento por uso. A estratégia de aplicação do modelo PaaS representa uma ruptura com o modelo de economia linear tradicional, promovendo maior eficiência na utilização de recursos e estimulando a circularidade. Segundo Tukker (2004), os sistemas produto-serviço (PSS), dos quais o PaaS é uma modalidade, representam um sistema integrado que enquadra produtos e serviços com o propósito de ofertar funcionalidade ao usuário final em vez de apenas um bem físico.

O PaaS possui características essenciais que o distinguem dos demais modelos. Primeiramente, enfatiza a integração entre produto e serviço, onde o cliente consegue usufruir do valor através da funcionalidade do produto, e não por sua apropriação definitiva. Além disso, o fornecedor possui a responsabilidade contínua pelo desempenho e manutenção do produto,

promovendo assim maior durabilidade e incentiva práticas como manutenção, remanufatura e reutilização. Bressanelli *et al.* (2018) destaca que o PaaS se define por reter o controle do produto com o fabricante durante todo o seu ciclo de vida, ampliando o valor extraído e reduzindo os impactos ambientais.

Outra particularidade marcante é o foco na sustentabilidade e na relação de longo prazo com o cliente, dado que o prestador de serviço mantém envolvimento constante no suporte, na atualização e desempenho da solução. Essa dinâmica contribui fortemente na fidelização e permite o uso otimizado de recursos, alinhando-se de forma direta aos princípios da Economia Circular (Tunn *et al.*, 2019).

A mudança de proprietário para usuário no modelo PaaS, traz desafios para os consumidores e fornecedores (Gaiardelli *et al.*, 2014). Para a empresa significa uma oportunidade para gerar ganhos, priorizando a oferta de serviço de maneira oposta ao da venda de produtos, o que requer adaptações organizacionais e culturais, como por exemplo a implementação da logística reversa e a valorização do uso no lugar de posse. Esse modelo viabiliza a geração de receita através de serviços, propiciando o uso mais eficiente de recursos. Por outro lado, essa mudança para os consumidores retrata uma transformação cultural, pois substitui o modelo de posse pela remuneração vinculada ao uso de um serviço.

O modelo de PaaS viabiliza a produção de receita por meio de formas alternativas ao modelo de venda única. As empresas adotam mecanismos como assinaturas periódicas, pagamento por uso, *leasing* operacional ou modelos baseados em performance, onde o cliente paga exclusivamente pelo resultado entregue. Esses mecanismos permitem a geração de fluxos de receita recorrentes, mais previsíveis e sustentáveis a longo prazo. Segundo Reim, Parida e Örtqvist (2015), a adoção do modelo PaaS permite que as empresas estabeleçam vínculos contínuos com os clientes, obtendo receita e alcançando vantagens a partir de ofertas de serviço recorrentes em vez de centralizar os ganhos apenas na transação inicial.

2.3 Economia circular

O conceito de economia circular (EC) compreende uma perspectiva multidisciplinar, com abordagens distintas envolvendo as áreas como engenharia, economia, ecologia, design e negócios (PRIETO-SANDOVAL; JACA; ORMAZABAL, 2018), que considera a criação de valor por meio do uso racional dos recursos e a minimização dos impactos ambientais causados pelos produtos em todas as fases do seu ciclo de vida. (SEROKA-STOLKA & OCIEPA-KUBICKA, 2019).

A definição proposta por EMF (2013), diz que a EC é uma abordagem sistêmica para o desenvolvimento econômico que tem o enfoque principal em beneficiar simultaneamente a economia, a sociedade e o meio ambiente. Seu objetivo principal é desassociar progressivamente o crescimento econômico do uso de recursos finitos, promovendo um modelo regenerativo por design. Essa definição foi selecionada por proporcionar uma estrutura vasta e amplamente reconhecida, que une a lógica empreendedora à necessidade de desvincular a criação de riqueza no uso de recursos. O diagrama de borboleta é a estrutura mais conhecida no âmbito da EC, sendo altamente valorizado por aliar a racionalidade empresarial à urgência de diminuir de recursos finitos (Hopkinson *et al.*, 2018).

Diferentemente da economia linear, que é baseada em extrair, transformar e descartar os recursos utilizados, a EC propõe repensar o consumo desenfreado de forma a reduzir os impactos no meio ambiente visto que os recursos são finitos. A EC é classificada como um modelo restaurativo e regenerativo, pois procura prolongar ao máximo a vida útil dos produtos, componentes e materiais, tendo a garantia de que eles permaneçam em seu mais alto

nível de utilidade e valor ao longo do tempo (EMF, 2013). Para isso, a manutenção do valor dos bens ocorre através dos ciclos técnico e biológico.

A execução de ciclos fechados nos sistemas produtivos auxilia a mitigação de impactos ambientais negativos, como a diminuição de extração de matérias-primas e de resíduos enviados a aterros sanitários. Os ciclos fechados também promovem o aumento de impactos positivos, tais como, remanufatura, reciclagem e a valorização de insumos para novos ciclos produtivos. Isso é possível por meio da diminuição de atividades relacionadas à eliminação de resíduos, promovendo a reutilização de materiais, a reciclagem de componentes e a produção de itens remanufaturados (Kuzma *et al.*, 2020). Esta abordagem deve ser válida para ambos os ciclos, tanto ciclo técnico quanto ao ciclo biológico, dado que a EC deve ser analisada sob uma perspectiva sistêmica.

2.3.1 Diagrama de borboleta

O diagrama de borboleta mostra o fluxo contínuo dos materiais dentro de um modelo de EC. São observados dois principais ciclos, o técnico e o biológico. Na figura 1 a seguir é apresentado uma análise do diagrama.

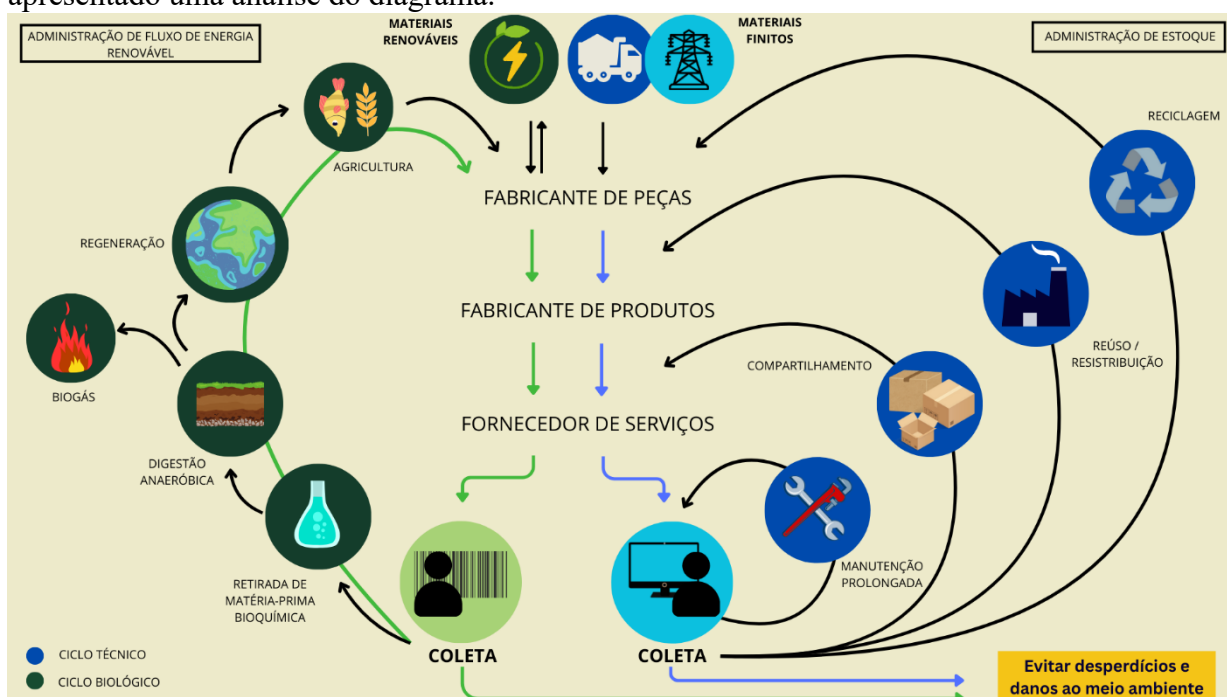


Figura 1: Diagrama de borboleta, representação dos ciclos técnico e biológico

Fonte: Adaptado de EMF, 2021

O ciclo técnico refere-se aos materiais não renováveis, que podem ser recuperados e reintegrados ao processo produtivo. Por outro lado, o ciclo biológico envolve materiais renováveis, capazes de se decompor e regenerar naturalmente. Enquanto no ciclo técnico os materiais são continuamente reutilizados, no ciclo biológico ocorre a regeneração constante dos recursos, permitindo assim seu retorno ao meio ambiente de forma sustentável e segura.

3 MODELOS DE NEGÓCIO NA ECONOMIA CIRCULAR

Modelos de negócio na EC são estruturas empresariais que integram sustentabilidade as atividades organizacionais, com o intuito de ampliar o ciclo de vida dos produtos, minimizar o desperdício e manter o custo dos recursos ao longo de sua vida, os modelos rompem com a lógica linear de extrair, produzir, consumir e descartar, alavancando práticas baseadas em remanufatura, reutilização, reciclagem, compartilhamento e serviços baseados no uso (Geissdoerfer *et al.*, 2018).

De acordo com Lewandowski (2016), um modelo de negócio circular é aquele que engloba a circularidade na proposta de valor, entregando funcionalidade no lugar de propriedade, também na forma de entrega e captura de valor, utilizando conceitos como logística reversa e contratos de performance.

O autor propõe que a circularidade seja inserida nas seguintes dimensões:

- Projetos circulares;
- Relacionamento com o cliente;
- Parcerias e redes;
- Fluxos de materiais.

Além da abordagem, Bocken *et al.* (2016) relacionam os modelos de negócios circulares em diferentes categorias, como os da Tabela 1. Esses modelos reduzem os impactos ambientais e geram vantagens competitivas para as empresas, como redução de custos com matéria-prima, fidelização de clientes e inovação em serviços (Lüdeke-Freund *et al.*, 2019). No contexto da transição para a sustentabilidade, modelos circulares são considerados incentivadores para novos exemplos econômicos mais resilientes, regenerativos e alinhados com demandas sociais e ambientais.

Tabela 1 – Modelos de negócio circulares

Modelos de negócio circulares	Descrição
Extensão da vida útil do produto;	Estratégias para prolongar o tempo de uso de um produto, por meio de manutenção, conserto, reuso ou remanufatura.
Plataformas de compartilhamento;	Compartilhamento de ativos, permitindo que um mesmo produto atenda a múltiplos usuários em momentos distintos.
Modelos de produto como serviço (PaaS);	Oferta de funcionalidade sem transferência de propriedade, mantendo a posse e responsabilidade ao fornecedor.
Ciclos fechados de materiais;	Reintegração de materiais ao ciclo produtivo, por meio de logística reversa, reciclagem ou reaproveitamento.
Recuperação de recursos;	Extração de valor de resíduos, por meio de geração de energia ou reaproveitamento de materiais.
Modelos baseados em uso de insumos renováveis.	Substituição de matérias-primas não renováveis por recursos de origem naturais e sustentáveis.

Fonte: Elaborado pela autora

4 PRODUTO COMO SERVIÇO E ECONOMIA CIRCULAR

Nessa seção, será apresentada uma tabela com exemplos de aplicação de modelos de negócios que integram o conceito de PaaS no contexto da EC, com enfoque em como as empresas têm implementado essa abordagem.

O modelo de negócio PaaS é adaptável e transversal, além de possuir o potencial de aplicação em diversos setores de economia. A avaliação dos cinco casos apresentados na Tabela 1 mostra que a lógica da servitização pode ser utilizada em áreas distintas, como consumo doméstico, moda, saúde e aviação. Essa variedade reforça a versatilidade do modelo PaaS, que se mostra uma estratégia eficaz para a inovação e promoção da sustentabilidade, atendendo uma ampla diversidade de consumidores.

Os modelos analisados se distanciam da forma tradicional de comercialização de um produto que é baseado em venda direta, aderindo estratégias de rentabilidade fundamentadas no uso ou performance. Nos casos de motores aeronáuticos foram adotados modelos empresariais baseados no desempenho real dos produtos, podendo ser contabilizado por horas de uso e quantidade de procedimento realizados, proporcionando coesão dos custos à entrega do valor. Por outro lado, o aluguel de eletrodomésticos opera por meio de um contrato de assinatura mensal voltado diretamente ao consumidor final, contendo manutenção e reciclagem do produto, já o aluguel de calças jeans utiliza a opção de contratos por *leasing*, permitindo que os clientes finais possam usufruir do produto durante um determinado período de tempo, com a escolha de devolução, renovação ou aquisição ao fim do contrato, para climatização de prédios é utilizado um contrato contínuo por meio do fornecimento de serviço e a remuneração é diretamente ligada ao resultado efetivo da prestação do serviço de climatização.

As tecnologias digitais são fundamentais para a viabilização dos modelos de negócio, as empresas analisadas utilizam plataformas digitais ou sensores inteligentes para o controle, monitoramento e a gestão de serviços prestados. O uso da internet das coisas conhecido como IoT facilita a estratégia de manutenção preditiva e a melhoria de recursos, essas tecnologias estão presentes no aluguel de eletrodomésticos, sistemas de imagem e monitoramento e motores aeronáuticos. Na climatização de prédios possui sistemas de automação predial com monitoramento do desempenho em tempo real, enquanto o aluguel de calças jeans emprega ferramentas mais básicas como e-commerce.



SEGUIMENTO	MODELO DE NEGÓCIO	CONCEITO	ARTIGO	EXEMPLO DE APLICAÇÃO	AUTORES
Eletrodomésticos	Appliance-as-a-Service	Aluguel com manutenção, conectividade e IoT	An exploratory study for product-as-a-service (PaaS) offers development for electrical and electronic equipment	Aluguel de eletrodomésticos, ferramentas e mobilidade elétrica	Crespo et al. (2024)
Aeronáutico	Power-by-the-Hour	Pagamento pelo uso; manutenção e propriedade com o fabricante	Power-by-the-hour: The role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce	Motores aeronáuticos monitorados por hora de uso	Smith (2013)
Moda sustentável	Leasing de roupas	Assinatura com retorno do produto para reciclagem	The Future Is Circular: A Case Study on MUD Jeans	Aluguel de calças com retorno para reciclagem	Thatta & Polisetty (2022)
Climatização / Engenharia Predial	Cooling as a Service (CaaS)	Serviço de climatização baseado no consumo efetivo, mantendo a propriedade, operação e manutenção do sistema.	Fundação Ellen MacArthur – “Resfriamento como Serviço: Kaer”	Climatização de prédios comerciais em Cingapura e Malásia	Ellen MacArthur Foundation (2021)
Tecnologia médica	HealthTech as a Service / PaaS	Serviços baseados no uso de equipamentos de imagem médica, com manutenção, e condicionamento incluídos.	Fundação Ellen MacArthur – Circularidade pioneira no setor de saúde	Hospitais e clínicas que usam sistemas de imagem e monitoramento sob contrato de serviço	Ellen MacArthur Foundation (2021)

Tabela 2 – Aplicação de modelos de negócios

Fonte: Elaborado pela autora

O uso compartilhado junto ao aumento da vida útil dos produtos, a realização de manutenção programada, reaproveitamento de materiais e redução de consumo de recursos faz com que o modelo PaaS seja uma alternativa viável para negócios mais sustentáveis. Dentre os casos analisados, foi possível observar diferentes estratégias sustentáveis que alinham aos princípios da economia circular, como o reaproveitamento direto de materiais e componentes, o controle de ativos de elevado valor agregado e a redução de consumo energético por meio da prestação otimizada de serviços. Com isso o modelo PaaS apresenta elevada capacidade de aplicação em diferentes setores, mantendo suas particularidades operacionais.

5 METODOLOGIA

A metodologia adotada nesta pesquisa foi desenvolvida a partir de uma revisão sistemática da literatura, de natureza bibliográfica e caráter exploratório. Com o objetivo de identificar como o modelo de negócio *Product as a Service (PaaS)* tem sido abordado no contexto da economia circular. Conforme os objetivos, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, seguindo os padrões recomendados por Gil (1991), que preconiza a utilização de dados exclusivamente de fontes bibliográficas já existentes. A pesquisa foi realizada no portal Periódico Capes, utilizando a Scopus como base de dados principal. As palavras chaves definidas para a busca e separação de artigos foram: “*Product as a Service*”, “PaaS”, “Circular Economy”, “Case Study”, “Literature Review”.

Com base nas combinações entre as palavras, foi possível chegar à seguinte sintaxe de busca no Scopus (Elsevier): *Product as a Service* OR PaaS AND Case Study AND Literature Review. O símbolo “*” foi acrescentado no início e no final dos termos ‘*Product as a Service*’, ‘PaaS’, ‘Case Study’, ‘Literature Review’ para refinar os resultados e garantir a relevância das informações coletadas. Após a busca, os seguintes filtros foram aplicados: intervalo temporal delimitado entre os anos de 2018 e 2024, tipo de documento restrito a artigos e idioma definido como inglês.

Em síntese, os critérios de inclusão e exclusão definidos para a seleção dos documentos foram conforme apresentados a seguir:

- a) Tipo de documento: Artigos científicos, abordando assuntos sobre economia circular e produtos como serviço.
- b) Intervalo temporal: Artigos publicados entre os anos de 2018 e 2024.
- c) Idioma: Inglês.

A revisão literária será composta pelas seguintes etapas:

- 1ª) Levantamento bibliométrico das publicações sobre economia circular e produtos como serviço na base de dados Scopus.
- 2ª) Análise bibliométrica das publicações contempla os temas economia circular e produtos como serviço.
- 3ª) Seleção dos estudos de casos que há aplicação paralela da economia circular junto a produtos como serviço.

5.1 Resultados

Na primeira etapa da pesquisa, realizada na base Scopus, foi possível efetuar uma filtragem abrangente de publicações relacionadas ao tema central do estudo. Esse processo forneceu inúmeros levantamentos sobre a literatura acadêmica disponível, como número de

publicações por autores, quantidade de pesquisas por países relacionada ao tema, por área de estudo e quantidade de publicações envolvendo o tema.

Como apresentado na Figura 2, o ano de 2019 registrou o menor número de documentos, com 24 publicações. Em 2020, houve um aumento significativo de 33,3%, alcançando 32 documentos, seguido por um crescimento de 9,4% em 2021, atingindo o primeiro pico, com 35 documentos. Contudo, 2022 apresentou uma queda brusca de 25,7%, reduzindo para 26 publicações. A recuperação começou em 2023, com um aumento de 15,4%, chegando a 30 documentos, e culminou em 2024 com um novo recorde de 36 publicações, representando um crescimento de 20% em relação ao ano anterior.

Os resultados apresentados na Figura 2 revelam a evolução do interesse no tema, evidenciando oscilações ao longo dos anos, mas também uma tendência consistente de crescimento, especialmente nos períodos mais recentes. Esse fortalecimento mostra não apenas a relevância crescente do conceito de "produto como serviço" dentro da Economia Circular, mas também seu potencial como uma abordagem estratégica para promover modelos de negócios mais sustentáveis e inovadores, alinhados às demandas globais por eficiência e responsabilidade ambiental.

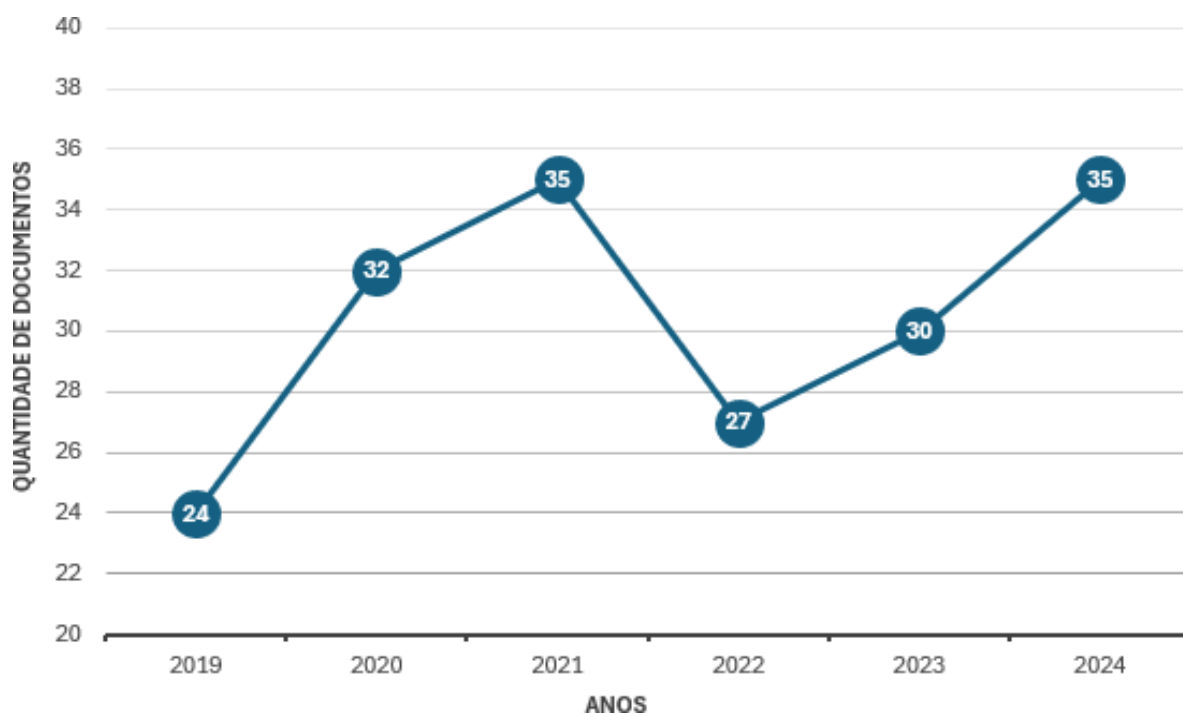


Figura 2: Evolução do número de publicações entre 2019 e 2024

Fonte: Elaborado pela autora

A Figura 3 apresenta a evolução do número de publicações por países. Quatro países se destacam no número de publicações: Estados Unidos, Índia, China e Austrália, sendo dois classificados como economias desenvolvidas e os outros dois em desenvolvimento. As áreas de interesse das pesquisas convergem para a aplicação de práticas organizacionais sustentáveis, utilização de modelos econômicos eficientes, a implementação de novas tecnologias que combinam responsabilidade ambiental e crescimento econômico.

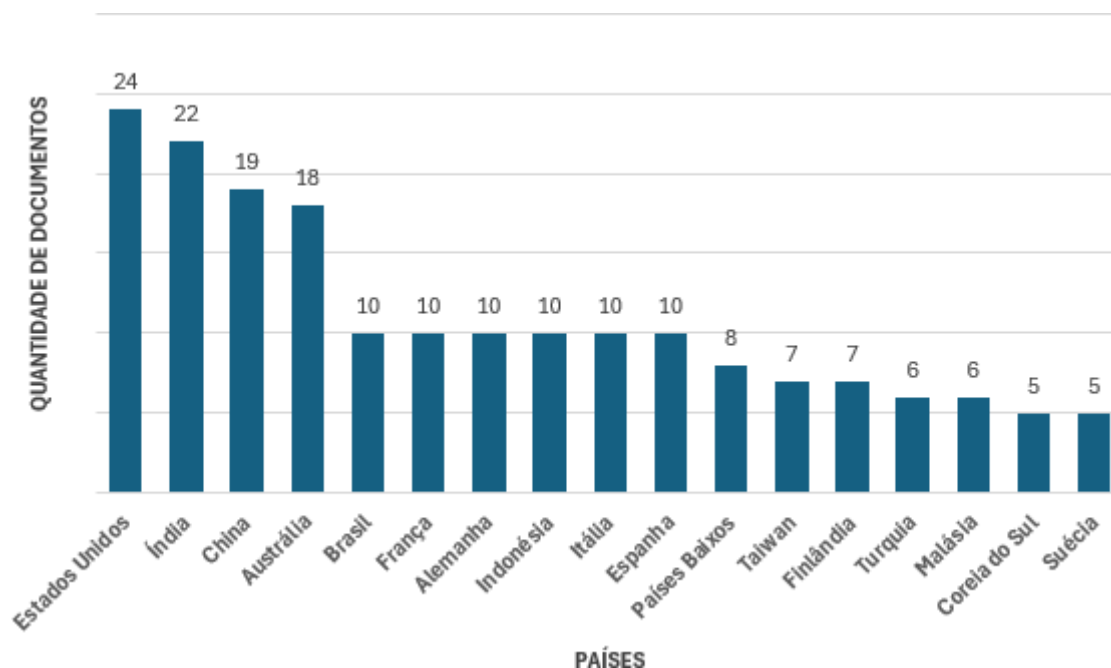


Figura 3: Evolução do número de publicações por países
Fonte: Elaborado pela autora

A distribuição das publicações por áreas do conhecimento é apresentada na Figura 4, apontando a predominância de pesquisas e publicações nas áreas de negócios, gestão e contabilidade, seguidas de ciências e engenharia. Essa predominância aponta que os debates sobre EC e PaaS ainda é dominado por uma perspectiva gerencial e estratégica focada na reforma dos modelos de negócios, já o aumento de publicações nas áreas de engenharias e ciências propõe uma adaptação, para a viabilização e aplicação do conceito, isso aponta que a adoção do PaaS requer tanto inovação em modelos de gestão, como em infraestruturas tecnológicas para fazer monitoramento, remanufaturamento e logística reversa.

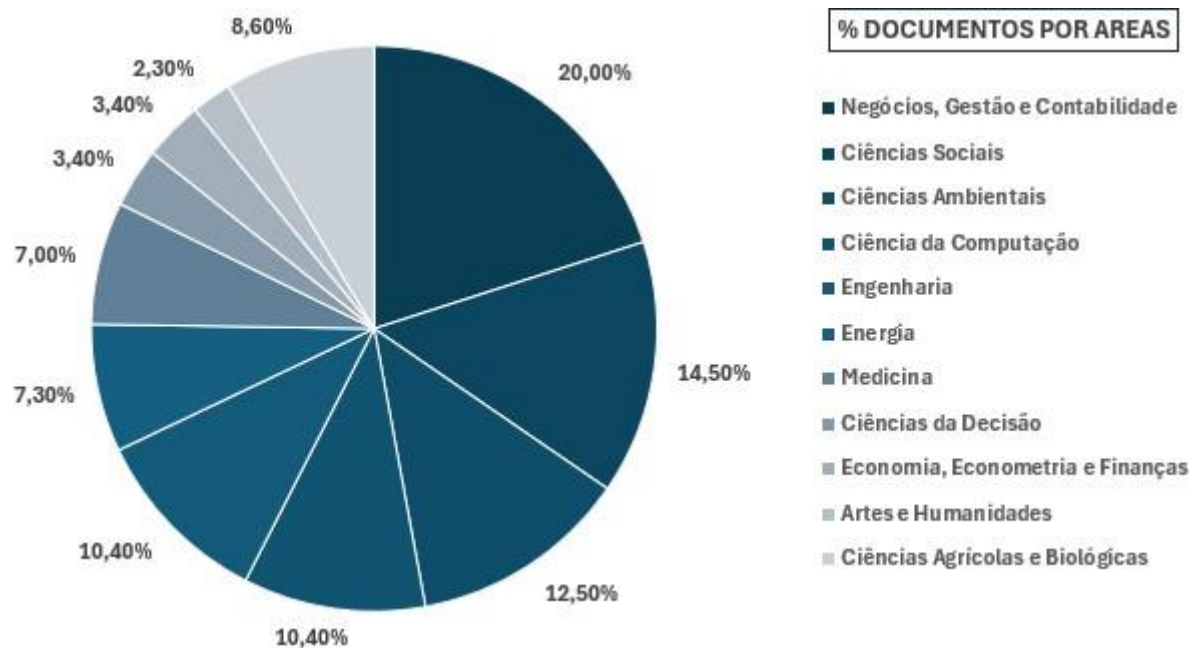


Figura 4: Interesse pelo assunto por setores

Fonte: Elaborado pela autora

6 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como principal objetivo traçar um panorama da evolução das práticas e estudos voltados ao modelo *Product as a Service* no contexto da Economia Circular. Com a análise dos cinco casos citados foi possível observar que o modelo PaaS tem se solidificado como uma estratégia eficiente de inovação sustentável que pode ser aplicada em setores distintos.

Foi possível observar a mudança significativa na forma de gerar valor a partir dos casos estudados, todas as empresas mantem a posse dos bens e passam a rentabilizar baseado no uso contínuo ou performance entregue, por meio de assinaturas, contratos de desempenho ou contratos baseados no consumo, essa abordagem de substituir a venda tradicional pela oferta de produto como serviço colabora com uma maior previsibilidade financeira.

A pesquisa realizada evidenciou um aumento significativo na procura pelo modelo PaaS nos últimos anos, projetado pelas mudanças sustentáveis nos modelos de produção de consumo. Esse aumento reflete no reconhecimento do PaaS como uma boa estratégia para alinhar inovação tecnológica, geração de valor ao longo do tempo e responsabilidade ambiental. Além disso, o fortalecimento da pesquisa em áreas distintas mostra o potencial desse modelo de negócio em transformar a lógica tradicional de mercado, permitindo novas formas de relacionamento entre empresas e consumidores.

Com isso, foi possível concluir que o avanço e a aplicação do PaaS no cenário da EC abrem caminhos para as mudanças estruturais nos modelos de negócio, além de atender as exigências ambientais no momento. A fusão entre a utilização eficiente de recursos, oferta de serviço e digitalização, sinaliza um futuro mais sustentável e resiliente. Onde o objetivo muda de posse para a funcionalidade, com o desempenho se tornando o principal motor de valor. Assim, o *Product as a Service* se fortalece como um elemento chave para a idealização de cadeias produtivas mais circulares, sustentáveis e inteligentes.

REFERÊNCIAS

- BOCKEN, Nancy M. P.; SHORT, Samuel W.; RANA, Padmakshi; EVANS, Steve.** Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, [s.l.], v. 33, n. 5, p. 308–320, 2016.
- BRESSANELLI, Giulio; PERONA, Marco; SACCANI, Niccolò.** Reshaping the washing machine industry through circular economy and product-service systems. *Resources, Conservation and Recycling*, [s.l.], v. 135, p. 279–290, 2018.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** Circularidade pioneira no setor de saúde: Royal Philips. *Ellen MacArthur Foundation*, Londres: Ellen MacArthur Foundation, 2021.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** Resfriamento como serviço – Kaer. *Ellen MacArthur Foundation*, Londres: Ellen MacArthur Foundation, 2021.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION.** Towards the circular economy: Economic and business rationale for an accelerated transition. *Ellen MacArthur Foundation*, Isle of Wight: Ellen MacArthur Foundation, 2023.
- GAIARDELLI, Paolo; RESTA, Barbara; MARTINEZ, Veronica; PINTO, Roberto; ALBORES, Pavel.** A classification model for product-service offerings, [s.l.], 2014.
- GEISSDOERFER, Martin; MORIOKA, Sandra N.; DE CARVALHO, Marly M.; EVANS, Steve.** Business models and supply chains for the circular economy. *Journal of Cleaner Production*, [s.l.], v. 190, p. 712–721, 2018.
- GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M. P.; HULTINK, Erik J.** The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, [s.l.], v. 143, p. 757–768, 2017.
- HIDALGO-CRESPO, J.; RIEL, Andreas; DUBERG, Johan Vogt; BUNODIERE, Alex; GOLINSKA-DAWSON, Paulina.** An exploratory study for product-as-a-service (PaaS) offers development for electrical and electronic equipment. *Procedia CIRP*, [S.l.], v. 128, p. 475–480, 2024.
- HIDALGO-CRESPO, J.; RIEL, Andreas; GOLINSKA-DAWSON, Paulina; PEETERS, Jef R.; WERNER-LEWANDOWSKA, Karolina; DUFLOU, Joost R.** Facilitating circularity: challenges and design guidelines of Product-as-a-Service (PaaS) business model offers for electrical and electronic equipment. *Procedia CIRP*, [s.l.], v. 131, p. 288–293, 2024.
- KORHONEN, Jouni; HONKASALO, Antero; SEPPÄLÄ, Jyri.** Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, [s.l.], v. 143, p. 37–46, 2018.
- KUZMA, E.; PADILHA, L. S.; SEHNEM, S.; JULKOVSKI, D. J.; ROMAN, D. J.** The relationship between innovation and sustainability: A meta-analytic study. [s.l.]: *Journal of Cleaner Production*, v. 259, p. 120745, 2020.
- LÜDEKE-FREUND, Florian; GOLD, Stefan; BOCKEN, Nancy M. P.** A review and typology of circular economy business model patterns. *Journal of Industrial Ecology*, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 36–61, 2019.
- MORAGA, Gemma; HUYSVELD, Sophie; MATHIEUX, Fabrice; BLENGINI, Gian Andrea; ALAERTS, Lieve; VAN ACKER, Karel; DEWULF, Jo.** Circular economy indicators: What do they measure?. *Resources, Conservation and Recycling*, [s.l.], v. 146, p. 452–461, 2019.
- SARIATLI, Furkan.** Linear economy versus circular economy: a comparative and analyzer study for optimization of economy for sustainability. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, Gödöllő, v. 6, n. 1, p. 31–34, 2017.
- SMITH, Mark J.** Power-by-the-hour: the role of technology in reshaping business strategy at Rolls-Royce. *Journal of Business Strategy*, [s.l.], v. 34, n. 4, p. 39–46, 2013.
- THATTA, Siri; POLISETTY, Meghana.** The future is circular: a case study on MUD Jeans. *Asian Journal of Management Cases*, [s.l.], v. 19, n. 1, p. 98–116, 2022.
- TUKKER, Arnold.** Eight types of product–service system: Eight ways to sustainability? *Business Strategy and the Environment*. [s.l.], v. 13, n. 4, p. 246–260, 2004.



TUNN, Vera S. C.; BOCKEN, Nancy M. P.; VAN DEN HENDE, Ellis A.; SCHOORMANS, Jan P. L. Business models for sustainable consumption in the circular economy: An expert study. *Journal of Cleaner Production*, [s.l.], v. 212, p. 324–333, 2019.