

MODELO REFERENCIAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DE *PRODUCT-SERVICE SYSTEM* EM EMPRESAS DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS AGRÍCOLAS

<http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2022.58.12804>

Recebido em: 14/10/2021

Aceito em: 5/5/2022

Camila Kolling¹, Janine Fleith de Medeiros², José Luis Duarte Ribeiro³

RESUMO

Este estudo teve como objetivo propor um modelo referencial para implementação do Product-Service System (PSS) orientado a produto em empresas de máquinas e equipamentos agrícolas. Após revisão bibliográfica sobre o tema, um diagnóstico sobre sustentabilidade e PSS orientado a produto foi realizado em empresas de máquinas agrícolas por meio de estudo de casos múltiplos. Os resultados demonstraram que, embora algumas práticas relacionadas à sustentabilidade sejam realizadas pelas empresas, na maioria delas as questões ambientais e sociais não constituem um tópico dominante no desenvolvimento de produtos e serviços. Além disso, identificou-se que as empresas já oferecem serviços pertencentes ao PSS orientado a produto, mas, na maioria delas, esse processo ainda não é estruturado e normalmente as ofertas não são projetadas considerando aspectos ambientais. Conclui-se que há oportunidades de aprimoramento e oferta de novos serviços que possam aumentar a satisfação dos clientes e contribuir para a sustentabilidade. Dessa forma, o modelo referencial proposto fornece orientações sobre os procedimentos necessários para execução do PSS orientado a produto. O estudo contribui com as discussões acadêmicas sobre o potencial sustentável do PSS, principalmente no sentido de fornecer subsídios que possam auxiliar a sua implementação prática nas organizações.

Palavras-chave: product-service system (PSS); economia circular; sustentabilidade; máquinas agrícolas.

REFERENCE MODEL FOR IMPLEMENTATION OF PRODUCT-SERVICE SYSTEM IN AGRICULTURAL MACHINERY AND EQUIPMENT COMPANIES

ABSTRACT

The study aimed to propose a referential model for implementing product-oriented Product-Service System (PSS) in agricultural machinery and equipment companies. After a literature review on the theme, a diagnosis on sustainability and product-oriented PSS was conducted in agricultural machinery companies, through multiple case studies. The results showed that although some sustainability-related practices are carried out by the companies, in most of them environmental and social issues are not a dominant topic in the development of products and services. Furthermore, it was identified that companies already offer services related to product-oriented PSS, but in most of them this process is not yet structured and usually the offerings are not designed considering environmental aspects. We conclude that there are opportunities to improve and offer new services that can increase customer satisfaction and contribute to sustainability. Thus, the proposed referential model provides guidance on the procedures required to implement product-oriented PSS. The study contributes to the academic discussions about the sustainable potential of PSS, especially in the sense of providing subsidies that can help its practical implementation in organizations.

Keywords: product-service system (PSS); circular economy; sustainability; agricultural machinery.

¹ Autora correspondente: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Programa de Pós-Graduação *stricto-sensu* em Engenharia de Produção. Avenida Osvaldo Aranha – 590/591 – Bom Fim – CEP 90035-190 – Porto Alegre/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4697976575839360>. <https://orcid.org/0000-0002-7354-6886>. camila_kolling@hotmail.com

² Universidade de Passo Fundo (UPF). Pós-Graduação *stricto Sensu* em Administração. Pós-Graduação *stricto sensu* em Ciências Ambientais. Passo Fundo/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/4775518349265103>. <https://orcid.org/0000-0002-5060-0632>

³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq/Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Programa de Pós-Graduação *stricto-sensu* em Engenharia de Produção. Porto Alegre/RS, Brasil. <http://lattes.cnpq.br/9343854177039951>. <https://orcid.org/0000-0002-5795-4468>

INTRODUÇÃO

Atualmente, os esforços de desenvolvimento de produtos e serviços devem considerar a mudança de um modelo linear de produção e consumo para a economia circular (Hernandez, 2019). A economia circular busca limitar o fluxo de produção a um nível que a natureza tolera, tendo potencial de contribuir para as três dimensões da sustentabilidade (Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018). Estudos têm demonstrado a potencialidade de contribuição do Product-Service System (PSS) ou Sistema-Produto Serviço para o avanço no desenvolvimento de práticas orientadas à economia circular (Kaddoura *et al.*, 2019; Pieroni; McAlloone; Pigosso, 2019; Rosa; Sassanelli; Terzi, 2019). O PSS envolve a integração de produtos e serviços, projetado para atender às necessidades dos clientes e ser sustentável econômica, social e ambientalmente (Annarelli; Battistella; Nonino, 2016, 2020).

Diante das diferentes classificações de PSS existentes na literatura (Tukker, 2004), o estudo concentra-se no PSS orientado ao produto. Nessa ótica, o modelo de negócios é voltado principalmente para a venda de produtos, com o incremento de alguns serviços adicionais (Annarelli; Battistella; Nonino, 2016, 2020). Considerando que a economia circular pode ser alcançada por meio de serviços de manutenção, reparo, reutilização, remanufatura e reciclagem, (Geissdoerfer *et al.*, 2017), diferentes estudos demonstram a potencialidade de contribuição do PSS orientado a produto para o desenvolvimento de modelos circulares (Kaddoura *et al.*, 2019; Pieroni; Mcalooone; Pigosso, 2019; Rosa; Sassanelli; Terzi, 2019).

Profissionais e pesquisadores têm destacado que o PSS e a sua execução bem-sucedida são um fator-chave para o sucesso (Li *et al.*, 2020). A sua adoção na prática por parte das organizações, entretanto, ainda não é completa (Cavaliere; Tollio; Ceretti, 2020). As organizações encontram desafios em introduzir o PSS em razão da sua incapacidade interna de projetar e implementar suas ofertas adequadamente (Reim; Parida; Örtqvist, 2015). Nesse sentido, pesquisas podem investigar como as indústrias se transformam em provedores de produtos e serviços (Baines *et al.*, 2009). Torna-se pertinente, portanto, a proposição de novos métodos para avançar em direção ao desenvolvimento de modelos de negócios de PSS sustentáveis e eficazes (Pacheco *et al.*, 2019).

Além disso, nos últimos anos houve aumento na pesquisa de PSS com ênfase nas indústrias de manufatura (Calabrese *et al.*, 2018). Poucos estudos, contudo, se dedicaram ao setor de máquinas agrícolas (Corti *et al.*, 2013). As indústrias de manufatura, incluindo as fabricantes de máquinas agrícolas, enfrentam diversos desafios (Kaňovská; Tomášková, 2018), como o aumento da concorrência devido à comoditização dos produtos (Lim *et al.*, 2018). Outro problema nesse setor envolve os impactos negativos gerados ao meio ambiente e à sociedade, quando as soluções não são projetadas considerando as três dimensões da sustentabilidade (Banerjee; Punekar, 2020).

Tendo por referência o exposto, e considerando a importância do segmento agrícola para a atividade econômica brasileira (Lermen *et al.*, 2020; Simers, 2020a), o estudo tem como objetivo propor um modelo para a implementação do PSS orientado a produto em empresas de máquinas e equipamentos agrícolas. Para alcançá-lo, um diagnóstico sobre sustentabilidade e oferta de serviços foi realizado por meio de uma pesquisa qualitativa em empresas desse setor. Diferente e complementar ao realizado por estudos anteriores, a abordagem adotada no estudo permite entender em profundidade o contexto das empresas de máquinas e equipa-

mentos agrícolas, tanto em relação aos aspectos sustentáveis do negócio quanto relacionados com a oferta de produtos e serviços. Permite, portanto, propor um modelo referencial de PSS que considere a realidade das empresas e a sustentabilidade das ofertas.

Dessa forma, este estudo contribui com as discussões acadêmicas sobre o potencial sustentável do PSS orientado a produto, principalmente no sentido de fornecer subsídios que possam auxiliar a sua introdução prática nas organizações. Acredita-se que o estudo pode incentivar empresas de distintos setores e tamanhos a usar o PSS orientado a produto como forma de contribuir para a economia circular, além de atender às demandas existentes por iniciativas ambientais e sociais.

O estudo está dividido em seis seções. Após esta introdução, a primeira seção apresenta o Referencial teórico, destacando o conceito e os principais elementos do PSS orientado a produto, sua relação com a sustentabilidade, bem como algumas metodologias e modelos referenciais existentes. Após, apresenta-se as questões metodológicas para o desenvolvimento do estudo. Na sequência são expostos os principais resultados, seguidos da apresentação do modelo de referencial proposto. Ao final, destaca-se as principais conclusões do estudo, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

REFERENCIAL TEÓRICO

Product-Service System é um tema que tem atraído considerável atenção na literatura acadêmica em uma variedade de campos de pesquisa (Cavaliere; Tollio; Ceretti, 2020; Li *et al.*, 2020; Annarelli *et al.*, 2021). Diferentes definições para o PSS são propostas na literatura (Annarelli; Battistella; Nonino, 2016; Li *et al.*, 2020), posto que cada autor orientou e adaptou a definição de acordo com as suas necessidades (Mahut *et al.*, 2017). Uma das primeiras definições foi proposta por Goedkoop *et al.* (1999), seguida de importantes avanços na literatura a partir dos estudos de Mont (2002), Manzini, Vezzoli e Clark (2001), Tukker (2004) e Baines *et al.* (2007), com contribuições complementares nos trabalhos de Beuren, Ferreira e Miguel (2013), Reim, Parida e Örtqvist (2015), Tukker (2015) e Annarelli, Battistella e Nonino (2016).

Vários estudos propõem uma classificação do PSS, e a mais adotada e ainda considerada atualmente foi mencionada por Tukker (2004), o qual fez uma distinção entre três categorias principais de PSS: (i) serviços orientados ao produto, em que o modelo de negócios é voltado principalmente para a venda e transferência da propriedade do produto para o consumidor, com a adição de alguns serviços extras, como manutenção, financiamento, devolução, consultoria e assessoria; (ii) serviços orientados ao uso, caso em que a propriedade do produto permanece com o provedor e o cliente paga pelo uso do produto em formato de *leasing*, aluguel ou compartilhamento de produtos; e (iii) serviços orientados a resultados, quando o cliente e o fornecedor concordam com um resultado e não há produto predeterminado envolvido. Abrange a terceirização, pagamento por unidade de serviço ou resultado funcional.

Este estudo utiliza a classificação mencionada por Tukker (2004), concentrando-se no PSS orientado a produto. Sua ênfase está nos serviços relacionados à venda de um produto, que ainda é o principal foco da empresa (Kim; Yoon, 2012; Parida *et al.*, 2014). Logo, os serviços são considerados “complementos ao produto” (Tran; Park, 2014). No caso do PSS orientado ao produto, a propriedade tangível é transferida para o consumidor e alguns serviços adicionais são fornecidos (Kuo *et al.*, 2019; Yang; Evans, 2019).

A proposição de valor dessa oferta advém de uma ampla gama de serviços que dão suporte ao produto durante seu período de utilização ou outras etapas do ciclo de vida (Song; Sakao, 2017; Suh, 2019). Dessa forma, são exemplos de PSS orientado ao produto os fabricantes que, além de seus produtos, oferecem algum tipo de serviço, como instalação, manutenção, reparo, atualizações, monitoramento remoto, consultoria, treinamento, serviços financeiros, fornecimento de peças de reposição, entrega à domicílio, documentação, suporte ao cliente, garantia, inspeção e diagnóstico. Ao final da vida útil, serviços como devolução, reciclagem, remanufatura e desmantelamento, podem ser ofertados.

Em alguns casos, a distinção dessa oferta também é garantida pela sua preocupação com a sustentabilidade (Annarelli; Battistella; Nonino, 2016, 2020; Annarelli *et al.*, 2021). Conforme Mourtzis, Papatheodorou e Fotia (2018), aumentar a sustentabilidade e a satisfação dos clientes deve ser o objetivo de todo PSS. No caso do PSS orientado a produto, ao possuir a propriedade os clientes são mais propensos a utilizar os produtos por mais tempo, aumentando sua vida útil e gerando efeitos positivos na melhoria da sustentabilidade econômica, ambiental e social (Yang; Evans, 2019). Além disso, esse tipo de oferta permite que as empresas adotem práticas mais sustentáveis e incentivem os consumidores a se engajarem em comportamentos de compra e consumo mais sustentáveis, auxiliando a reduzir danos causados pela obsolescência dos produtos (Munten; Vanhamme; Swaen, 2021). Conforme Moro, Cauchick-Miguel e Mendes (2022), para o que o PSS seja sustentável deve haver integração e troca de informações entre as partes envolvidas.

Algumas metodologias e modelos referenciais para o desenvolvimento do PSS foram propostos na literatura. Aurich, Fuchs e Wagenknecht (2006) propuseram um processo de *design* de serviços composto por seis fases: identificação da demanda, análise de viabilidade, desenvolvimento do conceito, modelagem do serviço, planejamento de realização e teste do serviço. Marques *et al.* (2013) desenvolveram uma metodologia composta por três grandes fases. A fase de planejamento inicia com a identificação das necessidades, seguida da identificação dos requisitos dos clientes e análise de viabilidade. A fase de *design* é composta pelo desenvolvimento do conceito, *design* detalhado e preliminar, modelagem do serviço, protótipo e testes e planejamento de realização. Na etapa de pós-processamento são realizados os testes, industrialização e validação e documentação.

Tran e Park (2014) propuseram uma metodologia considerando as três fases do ciclo de vida. O processo inicia no desenvolvimento de uma ideia de PSS, seguido do *design* do PSS, análise de requisitos, *design* e integração, testes, implementação e retirada e reciclagem. Kim *et al.* (2015) apresentaram um processo de desenvolvimento de PSS composto por um provedor de serviços e um fabricante de produtos. O processo inicia com a realização de um planejamento estratégico, seguido da geração e seleção de ideias, *design* do PSS e lançamento.

Sutanto *et al.* (2015) propuseram uma metodologia de *design* focada para o PSS orientado a produto, composta por três fases: identificação dos requisitos de *design*, determinação da classificação dos requisitos de projeto e integração dos requisitos de produtos e serviços. Zine *et al.* (2016) desenvolveram um *framework* que inicia com a geração de ideias, seguida do *design* do PSS e das questões referentes ao processo de entrega dos serviços. Mais recentemente, Tokarz *et al.* (2022) propuseram um modelo conceitual para o desenvolvimento de PSS, iniciando pela definição dos requisitos de PSS, desenvolvimento, implementação, monitoramento e destinação após o uso.

METODOLOGIA

Este estudo adotou uma abordagem de pesquisa qualitativa. Os estudos qualitativos são baseados em pequenas amostras, proporcionam compreensão do contexto do problema e permitem entender, em maior profundidade, o comportamento de grupos de indivíduos ou organizações (Malhotra, 2019). Quanto ao procedimento técnico de pesquisa, estudo de casos múltiplos foi adotado. Os estudos de casos envolvem um exame intensivo de alguns casos selecionados do fenômeno de interesse, pelo qual é possível realizar uma pesquisa profunda e exaustiva de um ou poucos objetos, de forma a ampliar seu amplo e detalhado conhecimento (Malhotra, 2019).

Seleção dos casos

Inicialmente definiu-se como universo da pesquisa as empresas de médio e grande portes atuantes no setor de máquinas e equipamentos agrícolas no Estado do Rio Grande do Sul. No Brasil não existe uma forma única de definir o porte de uma empresa, posto que as classificações mais comuns utilizam como base o faturamento do negócio ou o seu número de funcionários. Para este estudo, devido à dificuldade de obter informações acerca do faturamento das empresas, optou-se pela classificação pelo número de funcionários. Compõem a população desse estudo, portanto, as empresas que possuem mais de cem funcionários. Dentre os principais setores do Rio Grande do Sul, o setor de máquinas e equipamentos representa cerca de 9,2% dos estabelecimentos da indústria do Estado (Fiergs, 2020).

O Estado do Rio Grande do Sul é reconhecido pela representatividade desse setor para o país, onde mais de 65% da produção está concentrada (Simers, 2020a). Entre 2006 e 2013 o número de empregos formais nas atividades de fabricação de tratores, máquinas e equipamentos agropecuários do RS passou de 14.630 para 30.426, tornando o setor social e economicamente muito importante para a região (Feix; Leusin Júnior, 2015). Nos cinco primeiros meses do ano de 2020, as vendas de máquinas agrícolas somaram 15.715 unidades, um acréscimo de 23,3% em relação ao mesmo mês do ano anterior (Simers, 2020b).

Considerando que ao realizar um projeto de casos múltiplos a seleção do número de casos deve seguir uma lógica de replicação, conforme o pesquisador precisa ou gostaria de ter em seu estudo (Yin, 2015), seis empresas foram selecionadas. Como forma de aumentar a validade dos resultados, dois sujeitos de cada empresa foram entrevistados, sendo um deles atuante na área de Engenharia de Produto e o outro na área Comercial. Dessa forma, ao total, 12 entrevistas foram realizadas. O Quadro 1 fornece a descrição de cada caso e dos entrevistados.

Quadro 1 – Caracterização das empresas e dos sujeitos entrevistados

Unidade	Número de funcionários	Sujeitos entrevistados	
		Cargo	Nome fictício
Empresa 1	1200	Gerente Comercial Analista de Projetos	Sujeito A Sujeito B
Empresa 2	1300	Especialista de Marketing Tático Gerente de Engenharia de Produto	Sujeito C Sujeito D
Empresa 3	450	Coordenador de Exportação e Importação Coordenador de Engenharia de Produto	Sujeito E Sujeito F

Empresa 4	2500	Coordenador do Centro de Serviços ao Cliente Analista de Projetos	Sujeito G Sujeito H
Empresa 5	370	Gerente de Planejamento e Administração de Vendas Coordenador de Engenharia de Produto	Sujeito I Sujeito J
Empresa 6	200	Gerente Comercial Supervisor de Engenharia de Produto	Sujeito K Sujeito L

Procedimentos e instrumento de coleta de dados

O instrumento de coleta de dados foi elaborado com base no conteúdo extraído da revisão de literatura, e, antes de sua aplicação, foi validado por especialistas da área, sendo dois doutores na área de Engenharia de Produção e dois profissionais atuantes na indústria. Todo instrumento é composto por perguntas abertas, caso em que os entrevistados respondem com suas próprias palavras. Perguntas abertas são úteis em pesquisas exploratórias, uma vez que elas conferem ao pesquisador valiosas informações a partir dos comentários e explicações dos entrevistados (Malhotra, 2019). As questões que compõem o roteiro são apresentadas no Quadro 2, as quais estão relacionadas com os principais autores base para sua elaboração.

Quadro 2 – Questões e autores para elaboração do instrumento

Questões	Autores
1. Como ocorre a gestão do ciclo de vida dos produtos na empresa? 2. Qual o posicionamento da empresa em relação à sustentabilidade? Isso é contemplado no planejamento estratégico? 3. Para você, ações voltadas à sustentabilidade são importantes? Por quê? 4. Você acredita que a oferta de serviços pode ser utilizada para potencializar práticas ambientalmente sustentáveis? Como?	Geissdoerfer <i>et al.</i> (2017); Korhonen; Honkasalo; Seppälä (2018); Hernandez (2019); Kaddoura <i>et al.</i> (2019); Pieroni; Mcaloone; Pigosso, (2019); Rosa; Sassanelli; Terzi (2019).
5. Você já ouviu falar em PSS orientado a produto? (se não, apresentar o conceito) 6. A empresa oferece algum tipo de serviço aos clientes? Quais serviços? Como eles são oferecidos? 7. Quais serviços você acredita que agregam e/ou agregariam mais para sua empresa? Justifique. 8. A partir das informações descritas nas cartelas, como você imagina que seria um “pacote de produtos e serviços” ideal e mais atrativo para oferecer aos seus clientes? 9. Como você imagina que a inserção do PSS orientado a produto poderia ser operacionalizada? Você pode sumarizar um processo/etapas?	Zine <i>et al.</i> (2016); Song; Sakao (2017); Strähle; Freise (2017)Kaddoura <i>et al.</i> (2019); Pieroni; McAlone; Pigosso (2019);Van der Laan; Aurisicchio (2019); Annarelli; Battistella; Nonino (2020)

Fonte: Os autores (2020).

Quanto ao procedimento de coleta dos dados, a abordagem direta foi empregada por meio da técnica de entrevistas em profundidade. No caso da abordagem direta, os objetivos do estudo ficam evidentes ou são revelados aos participantes. As entrevistas em profundidade proporcionam às pesquisas exploratórias maior entendimento do problema e permitem uma troca livre e mais aprofundada de informações (Malhotra, 2019). Após agendamento prévio, as entrevistas foram realizadas por intermédio da plataforma “Google Meet”. As entrevistas foram gravadas em áudio, mediante autorização, para posterior transcrição e análise. Quando

identificadas discrepâncias ou informações incompletas, os participantes foram contatados para esclarecimentos e informações adicionais.

Análise dos dados

Para análise dos dados a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016) foi empregada: (i) pré-análise; (ii) exploração do material; e (iii) tratamento dos resultados obtidos e interpretação. Essa forma de análise contempla procedimentos sistemáticos que levam à inferência de conhecimentos relacionados à representação condensada de informações.

Primeiramente as gravações foram transcritas de forma integral, gerando, assim, o *corpus* da análise (Bardin, 2016). Na etapa de pré-análise (i), fez-se uma leitura geral do *corpus* da análise, buscando identificar os elementos comuns nos discursos dos entrevistados. Na fase de exploração do material (ii), realizou-se um exame detalhado do discurso, seguido da separação e isolamento de cada fração significativa do material textual, as quais foram sendo codificadas. A codificação corresponde ao processo de transformação dos dados brutos do texto, os quais vão sendo sistematicamente agregados em unidades, o que permite atingir uma representação do conteúdo ou da sua expressão (Bardin, 2016). Após a codificação, realizou-se a categorização, ou seja, a divisão dos componentes das mensagens analisadas em categorias (Bardin, 2016). Essa etapa foi executada com base na abordagem indutiva, em que as categorias analíticas foram obtidas organicamente a partir dos materiais em exame (Nematollahi; Tajbakhsh, 2020). Finalmente, o tratamento dos resultados obtidos e sua interpretação (iii) foram realizados por meio de inferências do autor, considerando os conhecimentos advindos da pesquisa bibliográfica realizada.

RESULTADOS

Nessa seção inicialmente são apresentados os dados referentes à sustentabilidade e à gestão do ciclo de vida dos produtos, seguidos das informações sobre o PSS orientado a produto e os serviços oferecidos pelas empresas.

Gestão do ciclo de vida e sustentabilidade

O objetivo do primeiro bloco foi compreender como ocorre a inserção da sustentabilidade na gestão do ciclo de vida de produtos das empresas pesquisadas e qual a percepção dos sujeitos sobre a importância da sustentabilidade e da oferta de serviços como forma de potencializar práticas ambientalmente sustentáveis.

Por meio do processo de gestão de ciclo de vida, aspectos relacionados à sustentabilidade podem ser considerados na criação e desenvolvimento de novos produtos para reduzir os impactos ambientais de sua produção, uso e fim de vida (Zarte; Pechmann; Nunes, 2019). A maioria das empresas pesquisadas possui um processo estruturado ou parcialmente estruturado de desenvolvimento dos seus produtos, que, de forma geral, inicia a partir da identificação das necessidades dos clientes, seguida da criação de um projeto conceitual, testes, produção e comercialização. Durante esse processo, algumas delas consideram alternativas para reduzir os impactos ambientais durante a produção, uso ou final da vida útil dos produtos. Apenas uma das empresas possui a gestão do ciclo de vida de produtos orientada à sustentabilidade, posto

que diferentes alternativas para redução dos impactos ambientais são consideradas nas três fases do ciclo de vida. As ações envolvem a utilização de materiais renováveis, preferência por fornecedores que atendam às normas e otimização dos equipamentos e iniciativas junto a concessionárias voltadas ao descarte adequado de componentes.

Outras três empresas possuem uma gestão parcialmente orientada à sustentabilidade. Não há diretrizes específicas para as questões ambientais, mas em alguns momentos isso é analisado. Nesses casos, as ações são mais direcionadas para o cliente, na perspectiva de projetar produtos que auxiliem a reduzir o uso de defensivos ou outros produtos que causem impactos ambientais e, conseqüentemente, redução de custos para os clientes. Essas empresas não buscam, contudo, alternativas de matérias-primas com menor impacto ambiental ou fornecedores que se comprometam com essas questões. Ao final da vida útil das máquinas as empresas normalmente não se envolvem no sentido de devolução dos produtos ou reaproveitamento e reciclagem de algumas peças. Conforme o Sujeito H: a idealização dos produtos da empresa, ta, eles são voltados para esse fim, tá [...]. Apenas duas das empresas não exemplificaram condutas realizadas no sentido de considerar a sustentabilidade na gestão do ciclo de vida dos produtos.

Em se tratando da sustentabilidade de uma forma mais ampla, com exceção de duas, as demais empresas pesquisadas contemplam, em algum momento, a sustentabilidade no seu planejamento estratégico, possuindo um posicionamento mais proativo em relação ao desenvolvimento de práticas nesse sentido. Isto é necessário considerando a importância estratégica do planejamento pautado na sustentabilidade (Ayarza et al., 2021). Nesse sentido, percebe-se que, embora epistemologicamente questões sustentáveis se distanciam de percepções decorrentes do sistema capitalista de produção (Hocayen da Silva; Hocayen da Silva, 2021), as empresas pesquisadas demonstram avanços em relação aos impactos ambientais e sociais dos seus negócios. Apesar disso, em países como o Brasil, a inserção de questões sustentáveis é mais voluntária e não coercitiva (Ayarza et al., 2021).

Embora a questão de sustentabilidade não seja difundida em todas as empresas, é consenso entre os entrevistados a importância de as empresas desenvolverem ações voltadas à sustentabilidade, principalmente para que elas possam servir de exemplo aos seus clientes, funcionários e a comunidade, atender às expectativas dos clientes ou acionistas, melhorar a imagem da empresa e atender à legislação. As percepções dos entrevistados acerca da importância da sustentabilidade corroboram a literatura. Estudos anteriores identificaram que a legislação ambiental (Despeisse et al., 2012; Topple et al., 2017) e a pressão dos clientes e da sociedade (Despeisse et al., 2012; Batista; de Francisco, 2018), na maioria dos casos, direcionam as empresas para a integração da sustentabilidade em suas estratégias corporativas. Ao adotarem uma postura proativa e aproveitarem as regulamentações ambientais como forma de inovar nos produtos e processos, as empresas podem entrar em novos mercados, agregar valor para a marca e se diferenciar (Theis; Schreiber, 2021).

Além disso, observa-se que as percepções dos entrevistados acerca da importância da sustentabilidade convergem independente do setor ou empresa em que eles atuam. Isso está alinhado com o reconhecimento do papel essencial das organizações para o desenvolvimento sustentável (Nawaz; Koç, 2019) e com o aumento, tanto de pesquisas acadêmicas quanto de condutas das empresas, relacionadas à sustentabilidade corporativa e à inserção de estratégias sustentáveis nos negócios (Montiel; Delgado-Ceballos, 2014).

Após o diagnóstico inicial, buscou-se entender se os entrevistados acreditam que a oferta de serviços poderia ser utilizada para potencializar práticas ambientalmente sustentáveis. A compreensão gerou diferentes perspectivas. De forma geral, os sujeitos acreditam que sim, mas alguns deles não conseguiram exemplificar de que forma. Os demais exemplificaram, na sua maioria, por meio de serviços que as empresas já oferecem aos seus clientes. Alguns mencionaram os serviços que possam ser feitos remotamente nas máquinas, sem necessidade de deslocamento e, conseqüentemente, redução do consumo de combustível e emissão de poluentes. Outros exemplificaram como a oferta de serviços pode contribuir para a redução da geração de resíduos e o descarte correto dos mesmos. Finalmente, alguns entrevistados relataram que a oferta de serviços poderia aumentar a vida útil dos produtos, e os serviços poderiam ser ofertados para incentivar os clientes a ter maior responsabilidade ambiental.

O Quadro 3 apresenta uma síntese dos resultados desse bloco de questões.

Quadro 3 – Sistematização das categorias sobre gestão do ciclo de vida e sustentabilidade

Categoria	Variáveis
Gestão do ciclo de vida	Orientado à sustentabilidade
	Parcialmente orientado à sustentabilidade
	Não orientado à sustentabilidade
Posicionamento em relação à sustentabilidade	Planejamento estratégico contempla sustentabilidade
	Planejamento estratégico não contempla sustentabilidade
Serviços como potencializadores de práticas sustentáveis	Redução de combustível e emissão de poluentes
	Redução da geração de resíduos e descarte correto dos mesmos
	Aumento da vida útil dos produtos
	Incentivo para maior responsabilidade ambiental dos clientes

Fonte: Os autores (2020).

Serviços oferecidos e PSS orientado a produto

O segundo bloco de questões buscou entender a compreensão dos sujeitos sobre PSS orientado a produto e diagnosticar se as empresas oferecem serviços, além de como seria um pacote de produtos e serviços ideal e como ele poderia ser implementado e operacionalizado.

Primeiramente, quando questionados sobre PSS orientado a produto, a maioria dos sujeitos afirmou nunca ter ouvido falar nessa abordagem, ao menos não com essa nomenclatura. Após, buscou-se identificar quais serviços são oferecidos pelas empresas pesquisadas e como eles são ofertados aos clientes. A partir da fala dos entrevistados, constatou-se três diferentes situações: apenas uma das empresas pesquisadas, além de uma gama de serviços, disponibiliza opções de pacotes de produtos e serviços aos seus clientes; os sujeitos destacaram que todos os serviços e pacotes são oferecidos por intermédio dos concessionários, os quais são seus parceiros; essa empresa oferece serviços como entrega técnica, opções de pacotes de garantia estendida, *softwares*, manutenções, telemetria, financiamento e opções de devolução ao final da vida útil.

Outras três empresas não costumam vender pacotes produtos e serviços, mas alguns serviços são oferecidos ao longo da vida útil e o cliente pode optar por contratar alguns serviços

adicionais. Além de entrega técnica e manutenção, os clientes podem solicitar serviços de acesso remoto, telemetria e devolução. Finalmente, duas das empresas pesquisadas apenas vendem os produtos e oferecem alguns serviços aos seus clientes (entrega técnica, oferta de peças de reposição, manutenção), sem opção de o cliente contratar serviços adicionais. Dessa forma, nessas empresas, durante o período de garantia, o cliente não tem custo pelos serviços realizados; após esse período ele precisa pagar um valor adicional conforme necessário.

Esse diagnóstico permite interpretar como o serviço é percebido nas empresas pesquisadas. Embora apenas uma delas já tenha isso mais difundido, já disponibilizando pacotes de produtos aos serviços, outras três já estão buscando oferecer algumas opções adicionais de serviços aos clientes, mesmo que isso ainda não esteja completamente estruturado. Já duas empresas não oferecem opções adicionais de serviços e, pela fala dos entrevistados, até então não há ideia ou planejamento de agregá-los aos produtos vendidos.

Quando questionados sobre os serviços que mais agregariam rentabilidade e visibilidade para a empresa e, a partir disso, como a empresa poderia oferecer um pacote de produtos e serviços ideal aos seus clientes, os entrevistados relataram diferentes possibilidades de acordo com as empresas em que atuam. De modo geral, os respondentes não mencionaram um pacote único que seria ideal, mas alguns serviços que poderiam/deveriam ser oferecidos nesses pacotes. A partir disso, identificou-se quatro principais situações. Primeiramente, alguns entrevistados evidenciaram a importância de serviços de atendimento rápido que garantam a disponibilidade dos equipamentos. Para isso, eles acreditam que, além dos serviços mais habituais, como assistência técnica, serviços financeiros e documentação, as empresas poderiam oferecer pacotes que sejam mais estruturados e possam ser oferecidos no momento da venda. Eles destacaram que esses pacotes opcionais poderiam conter, principalmente, garantia estendida dos produtos, disponibilidade de peças de reposição e treinamento ou consultoria.

A segunda opção identificada está relacionada aos serviços de prevenção de problemas e acompanhamento. Os pacotes poderiam conter serviços como garantia estendida, com opções de pacotes de manutenção, monitoramento remoto, *softwares* e treinamentos e consultorias. Os entrevistados que mencionaram esses serviços de acompanhamento destacaram a relevância da utilização de diferentes tecnologias, que, além do monitoramento das máquinas, possam gerar informações importantes sobre a produtividade da lavoura e auxiliar nas decisões futuras. *Eu diria assim, um dos mais importantes é a prevenção dos problemas, que é você conseguir antever problemas* (Sujeito D). Juntamente com isso, os entrevistados sugeriram a disponibilização de pacotes de consultorias, em que a empresa poderia fornecer algumas recomendações a partir dos dados gerados, além de treinamentos e consultorias para produtores menores, principalmente serviços que os auxiliem a melhorar a gestão dos seus negócios.

A terceira alternativa de pacotes está relacionada aos serviços que poderiam ser oferecidos ao final da vida útil dos produtos (devolução e remanufatura), uma vez que a maioria das empresas pesquisadas não possui práticas nesse sentido. É possível inferir que, embora muitos entrevistados não conseguiram exemplificar como os serviços poderiam potencializar práticas sustentáveis, serviços que auxiliam nesse sentido foram sugeridos. Finalmente, ambos os entrevistados de uma empresa não sugeriram um pacote de produtos e serviços ideal. Eles acreditam que os serviços de instalação e entrega técnica feitos por profissionais qualificados são essenciais para evitar mau uso ou problemas nas máquinas, uma vez que já ocorreram problemas por instalação, montagem ou treinamento inadequados sobre o uso dos produtos.

Posteriormente questionou-se como os entrevistados imaginam que o PSS orientado a produto poderia ser operacionalizado nas empresas. A compreensão gerou diferentes perspectivas de acordo com a área de atuação dos sujeitos. Naturalmente os que atuam no setor Comercial mencionaram mais informações no sentido de como essas ofertas poderiam ser comercializadas, enquanto os sujeitos do setor de Engenharia de Produto sumarizaram melhor uma sequência de etapas, semelhante ao que ocorre no desenvolvimento de produtos.

Em relação aos entrevistados que sumarizaram uma sequência de etapas, eles acreditam que o processo se inicia a partir da identificação das necessidades dos clientes e da demanda do mercado, e, a partir disso, reúnem-se equipes para propor soluções ou pacotes que atendam essas necessidades. Após, é feita a comercialização dos pacotes. Alguns ainda destacaram as etapas de teste da solução e de monitoramento após a comercialização. No caso de duas empresas, nenhum dos entrevistados conseguiu exemplificar como isso poderia ser operacionalizado.

O Quadro 4 sumariza os resultados apresentados nessa subseção.

Quadro 4 – Sistematização das categorias sobre serviços oferecidos e PSS orientado a produto

Categoria	Variáveis	
Serviços Oferecidos	Oferta de pacotes de produtos e serviços	
	Oferta de produtos com opcionais de serviços	
	Oferta de produtos com serviços básicos	
Pacote ideal	Serviços de rápido atendimento e disponibilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantia estendida ▪ Peças de reposição ▪ Treinamento
	Serviços de prevenção e acompanhamento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Garantia estendida ▪ Monitoramento remoto ▪ Treinamentos/consultorias ▪ <i>Softwares</i>
	Serviços ao início da vida útil do produto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instalação ▪ Entrega técnica
	Serviços ao final da vida útil do produto	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Devolução ▪ Remanufatura ▪ Reciclagem
Operacionalização do PSS	Sequência de etapas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificação das necessidades ▪ Desenvolvimento da solução ▪ Comercialização
	Comercialização	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Divulgação (por meio de exemplos práticos) e acompanhamento dos serviços ▪ Venda dos serviços por meio de visitas, feiras, por telefone ou <i>e-mail</i>

Fonte: Os autores (2020).

PROPOSIÇÃO DE UM MODELO REFERENCIAL

Com base nas inferências dos resultados da pesquisa bibliográfica e de campo, esta seção descreve a proposição de um modelo de referência de PSS orientado a produto (Figura 1). O modelo referencial foi proposto com o objetivo de orientar o processo de desenvolvimento do PSS orientado a produto de forma fácil e lógica. Observando sua linearidade, no entanto, não se

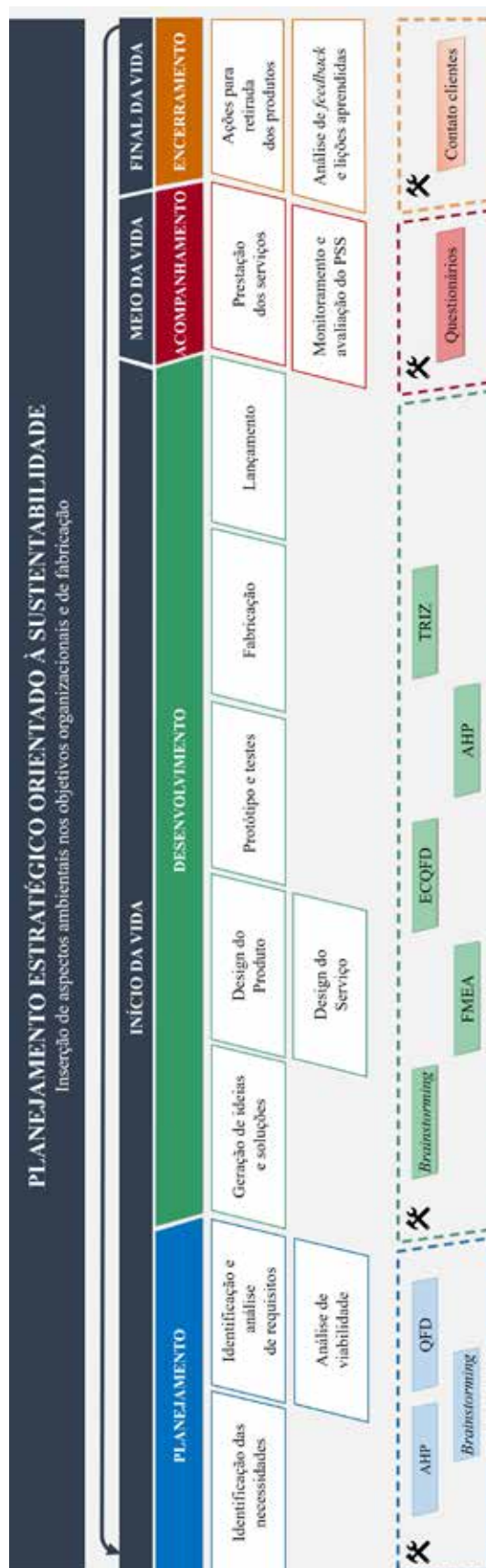
pode negligenciar a importância do pensamento criativo e experimental (Shapira; Ketchie; Nehe, 2017) e do estabelecimento de práticas de inovação aberta (Behnam; Cagliano; Grijalvo, 2018). Dessa forma, diante da complexidade inerente aos atuais contextos competitivos, a linearidade serve para orientar o pensamento e a comunicação entre os *stakeholders*, mas também precisa estar alinhada à flexibilidade.

Além disso, a partir do modelo genérico, cada empresa pode adaptá-lo de acordo com seus objetivos, necessidades e recursos disponíveis. Embora o modelo sugira o desenvolvimento simultâneo de produtos e serviços, isso não significa que as empresas não possam ampliar a oferta de serviços para os produtos já existentes e vendidos aos clientes. O modelo proposto é derivado, principalmente, das proposições de Aurich, Fuchs e Wagenknecht (2006), Marques *et al.* (2013) e Zine *et al.* (2016) e das sugestões e ideias dos sujeitos entrevistados. A proposição do modelo tem como objetivo, além de delinear fases e atividades a serem realizadas para auxiliar na implementação do PSS orientado a produto, sugerir meios e ferramentas para considerar aspectos ambientais ao longo do ciclo de vida da oferta. As quatro grandes fases que compõem o modelo são: (i) planejamento; (ii) desenvolvimento; (iii) acompanhamento; e (iv) encerramento, as quais estão relacionadas à cada fase do ciclo de vida do PSS (início, meio e fim de vida) (Cavaliere; Pezzotta, 2012).

Inicialmente, antes da primeira fase, como forma de contemplar questões ambientais nos objetivos organizacionais e de fabricação, sugere-se a inserção de aspectos sustentáveis no planejamento estratégico das empresas. A elaboração de um planejamento estratégico orientado à sustentabilidade auxilia no gerenciamento de produtos e serviços dentro do escopo ambiental (Pigosso; Mcaloon, 2016).

Além disso, diante da importância da existência de equipes multifuncionais (Kristens; Remmen, 2019) e da participação ativa de diferentes partes interessadas durante o desenvolvimento do PSS (Zine *et al.*, 2016), sugere-se que elas sejam, sempre que possível, envolvidas em várias atividades, como desenvolvimento de ideias, identificação de requisitos, desenvolvimento de conceitos, testes, entre outras (Tran; Park, 2014).

Figura 1 – Modelo Referencial de PSS orientado a produto



Fonte: Os autores (2021).

(i) Planejamento

Projetar um PSS envolve fases como capturar as necessidades dos clientes por produtos e serviços, projetar produtos que atendam essas necessidades e projetar os serviços para apoiar o produto ao longo do seu ciclo de vida (Zine *et al.*, 2016).

Dessa forma, a fase de planejamento inicia com a identificação das necessidades dos clientes e de mercado (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006; Marques *et al.*, 2013). Isso pode ser feito por meio de pesquisas de mercado, contato direto com os clientes, *feedback* dos clientes (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006; Marques *et al.*, 2013), *benchmarking* e referências de outras empresas (Kim *et al.*, 2015). Nesse caso, feiras e eventos do setor podem ser uma boa oportunidade de contato direto com o cliente. Além disso, com base no estudo de Tran e Park (2014) e no apontamento de alguns entrevistados, uma segmentação de mercado pode ser realizada, seja por tipo de cultura, tamanho de área, localização, tipo de negócio do cliente, entre outros. Como um segmento inclui um conjunto de consumidores com características de consumo similares (Rozenfeld *et al.*, 2006), nas fases posteriores será possível criar diferentes opções de pacotes de acordo com a segmentação feita.

Além disso, uma análise interna da empresa deve ser conduzida, visando a identificar qual a sua estratégia (Marques *et al.*, 2013) e como a questão dos produtos e serviços é vista na organização. Nesse momento, é importante realizar uma análise de custo-benefício que leve em consideração todos os custos necessários para execução do projeto (por exemplo: pessoal, equipamento, peças de reposição, etc.) e seus benefícios esperados. Além disso, deve-se incluir uma análise de viabilidade técnica e de soluções viáveis, de forma a garantir a existência de requisitos técnicos que permitam que a oferta ocorra e seja oportuna (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006; Marques *et al.*, 2013).

A partir da análise interna realizada e das necessidades externas mapeadas, os requisitos do PSS devem ser estabelecidos, ao invés do produto ou serviço isolados (Marques *et al.*, 2013). Os requisitos são o ponto de partida para o *design* conceitual do PSS (Song; Sakao, 2017). É importante que sejam analisados os requisitos funcionais, não funcionais e de serviço (Zine *et al.*, 2016). Além dos requisitos mais comuns, Song e Sakao (2017) destacam que os requisitos ambientais também devem ser identificados e analisados. Ao final, uma análise e priorização dos requisitos que agregam valor aos clientes deve ser realizada (Zine *et al.*, 2016). É importante considerar os possíveis conflitos de escolha (*trade-offs*) em relação aos requisitos ambientais e tradicionais do PSS (custo e qualidade) (Pigosso; McAloone, 2016).

Como apoio nessa etapa, a obtenção dos requisitos pode ser feita com o auxílio da técnica de *brainstorming* (Rozenfeld *et al.*, 2006). A priorização dos requisitos pode ser feita por meio de Desdobramento da Função Qualidade (Quality Function Deployment - QFD) (Peruzzini; Marilungo; Germani, 2015) e Processo Hierárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process - AHP) (Kim *et al.*, 2015; Song; Sakao, 2017), ferramentas que também podem ser utilizadas nas fases posteriores de *design*.

O resultado desta fase é uma ideia que determina a direção de desenvolvimento do PSS.

(ii) Desenvolvimento

Com base nas necessidades e requisitos identificados na fase anterior, ideias e potenciais soluções que atendam essas necessidades e requisitos devem ser desenvolvidas (Aurich;

Fuchs; Wagenknecht, 2006). *Brainstorming*, por ser aplicado também nessa etapa, pode auxiliar na geração de ideias criativas (Rozenfeld *et al.*, 2006; Peruzzini; Marilungo; Germani, 2015). Embora na categoria de PSS orientado a produto muitas vezes os “componentes do produto” são projetados antes que os “componentes de serviço” (Tran; Park, 2014), na etapa de desenvolvimento sugere-se que o processo de *design* de produto seja conduzido em paralelo com o *design* de serviços (Marques *et al.*, 2013; Sutanto *et al.*, 2015; Zine *et al.*, 2016). Isso permite que os produtos sejam desenhados de forma a facilitar a sua manutenção, reparo e reciclagem (Pieroni; McAloone; Pigosso, 2019; Kuo *et al.*, 2019). A partir disso, o objetivo é criar diferentes pacotes de produtos e serviços para cada segmento específico de clientes, mas com a possibilidade de analisar a utilização das mesmas combinações para outros segmentos. Quando consistentes com as demandas de mercado, os pacotes sugeridos pelos entrevistados podem ser considerados.

Em relação ao *design* do produto, a partir dos vários conceitos alternativos elaborados, um ou mais são escolhidos para posterior desenvolvimento, validação e teste. Nessa etapa, um projeto do produto é criado e são definidos os componentes do produto, a arquitetura do produto, as especificações técnicas, matérias-primas e fornecedores (Marques *et al.*, 2013). Como forma de garantir a compatibilidade do *design* do produto para a entrega dos serviços, quando existentes, as informações advindas dos prestadores de serviço, de registros de campo e reclamações dos clientes devem ser consideradas (Zine *et al.*, 2016). Conforme os autores, isso permite que adequações necessárias para facilitar a posterior realização dos serviços sejam consideradas ao projetar o produto.

Nessa etapa, sugere-se que, quando possível, sejam priorizadas as matérias-primas com menor impacto ambiental e a seleção de fornecedores que estejam engajados com questões sustentáveis (Pigosso; McAloone, 2016). Além disso, algumas estratégias de *design* mapeadas pelos estudos de Beuren, Ferreira e Miguel (2013) e Bocken *et al.* (2016), para aumentar o ciclo de vida dos produtos e facilitar a realização dos serviços, podem ser aplicadas. Elas envolvem, por exemplo, “*design* para durabilidade”, “*design* para fácil manutenção e reparo”, “*design* para atualização”, “*design* para desmontagem e remontagem”.

Como primeira etapa do *design* de serviço, os orçamentos e as pessoas responsáveis devem ser especificadas. Em seguida, potenciais soluções devem ser identificadas para atender às demandas dos clientes anteriormente mapeadas (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006). Os serviços devem ser projetados de forma a apoiar a utilização do produto com a qualidade exigida e o desempenho especificado para atingir a satisfação do cliente (Zine *et al.*, 2016). Com base em uma seleção das soluções mais promissoras, os serviços podem ser elaborados em termos de uma descrição de seus princípios de funcionamento (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006). Zine *et al.* (2016) destacam que o *design* do serviço deve estar de acordo com as expectativas dos clientes, que podem ser diferentes durante as fases do ciclo de vida de um produto. Por exemplo, durante a compra, a expectativa de serviço pode ser a solicitação de informações detalhadas sobre o serviço, durante a fase de uso o serviço de manutenção pode ser requisitado e, ao final da vida, os clientes podem solicitar a devolução.

Ainda nessa etapa é realizada a modelagem dos serviços, que contém documentos que descrevem os serviços projetados, incluindo as propriedades físicas e não físicas do modelo de serviço (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006; Marques *et al.*, 2013). Conforme exemplificado pelos autores, o treinamento dos responsáveis pela prestação dos serviços é um exemplo de

recurso não físico que deve ser realizado para garantir a qualificação necessária dos envolvidos. Além disso, planos detalhados de efetivação devem ser desenvolvidos, tais como diretrizes e listas de verificação, que podem ser aplicadas pela equipe de serviço. Finalmente, os custos do serviço devem ser calculados e os preços de mercado derivados.

Algumas ferramentas que podem auxiliar na etapa de *design*, podendo ser utilizadas separadamente ou em conjunto, envolvem Desdobramento da Função Qualidade com Consciência Ambiental (Environmentally Conscious Quality Function Deployment – ECQFD), Processo Hierárquico Analítico (Analytic Hierarchy Process – AHP), Teoria da Resolução de Problemas Inventivos (TRIZ) (Vinodh; Gopinath Rathod, 2010; Vinodh, Kamala; Jayakrishna, 2014) e Análise de Modos de Falhas e Efeitos (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA) (Kimita; Sakao; Shimomura, 2018). A ECQFD, por exemplo, permite que as opções de *design* ambientalmente sustentáveis sejam selecionadas (Vinodh; Gopinath Rathod, 2010). Com base no estudo de Vinodh, Kamala e Jayakrishna (2014), ECQFD pode ser utilizada para selecionar as melhores opções de *design*, Triz para gerenciar os conflitos entre as opções identificadas, enquanto AHP pode ser utilizada para avaliar e identificar a melhor opção de *design*.

Posteriormente, um protótipo do produto é criado, testado e validado (Marques *et al.*, 2013). Paralelamente, os serviços são testados juntamente com os principais clientes da empresa, a fim de obter *feedback* e identificar potenciais melhorias em relação às diretrizes e listas de verificação (Aurich; Fuchs; Wagenknecht, 2006; Marques *et al.*, 2013; Tran; Park, 2014).

Após finalizado o processo de desenvolvimento da oferta de PSS, uma equipe será responsável por garantir que o produto-serviço seja produzido ou executado e disponibilizado aos clientes conforme prazos e custos estimados. Assim, a etapa seguinte é preparar as atividades produtivas em âmbito de logística, organização, recursos humanos e recursos tangíveis e intangíveis (Marques *et al.*, 2013). Nesse momento, sugere-se a seleção de processos de manufatura com melhor desempenho ambiental (Pigosso; McAlloone, 2016). Dessa forma, tecnologias de fim-de-tubo e introdução de práticas que aumentem o desempenho dos processos, economizem materiais, energia, água, tempo ocioso de linha de produção e utilizem fontes renováveis, podem ser contempladas (de Medeiros *et al.*, 2018).

Estando a empresa preparada, inicia-se a fase de produção do produto de acordo com as especificações e planos previamente definidos. Como resultado dessa fase, tem-se um produto final e comercializável. Ainda nessa etapa deve-se garantir que todas as descrições e requisitos sejam documentados para que, posteriormente, sejam utilizados na fase de execução dos serviços e repassados aos clientes (Marques *et al.*, 2013).

Finalmente, a oferta do PSS é lançada no mercado (Kim *et al.*, 2015). Nesse momento, é importante que as empresas mantenham as concessionárias engajadas com a sustentabilidade ambiental e tentem encontrar os demais parceiros de distribuição e comercialização que também estejam comprometidos com essas questões. Pode-se também buscar conscientizar os consumidores sobre a importância de adquirir e consumir produtos desenvolvidos por meio de processos ambientalmente sustentáveis (de Medeiros *et al.*, 2018). Para tanto, é importante que as empresas reconheçam os fatores determinantes do consumo sustentáveis, de forma a delinear estratégias adequadas ao seu público-alvo (Pereira da Silva *et al.*, 2021).

Além disso, na etapa de comercialização, tendo como base os estudos de Parida *et al.* (2014) e Pigosso e McAlloone (2016) e as ideias advindas da pesquisa de campo, a empresa pode

demonstrar, por meio de exemplos práticos (quando houver), as vantagens para os clientes em adquirir os pacotes, além de como as ofertas podem beneficiar o meio ambiente e a sociedade. Isso auxilia a demonstrar confiança e é importante, uma vez que os consumidores possuem um papel fundamental para o sucesso do PSS e de ofertas ambientalmente sustentáveis (Van Der Laan; Aurisicchio, 2019).

Tendo como base Zine *et al.* (2016), essa etapa também pode incluir a elaboração de contratos de serviço (i), decisão de mecanismos alternativos de entrega de serviço (ii), decisão de acordos de níveis de serviço (iii) e frequência do serviço (iv).

O contrato (i) impõe as obrigações do provedor PSS e do cliente e pode incluir termos e condições do serviço, duração do contrato, funções e responsabilidades de cada parte interessada e penalidades em caso de quebra de contrato. Os mecanismos de entrega de serviço (ii) envolvem a definição da forma como determinado serviço será entregue ao cliente. Os níveis de serviço (iii) estão relacionados ao compromisso do provedor PSS em responder à demanda do cliente em determinado tempo, ao modo de pagamento aceitável ou ao nível de qualidade aceitável, os quais podem ser definidos de acordo com o tipo de negócio do cliente, necessidade operacional e urgência do cliente. Finalmente, a frequência de serviço (iv) refere-se ao número de vezes que o serviço é solicitado ou prestado ao cliente (ZINE *et al.*, 2016).

O resultado desta fase é um PSS orientado a produto que está testado e pronto para o desempenho de mercado.

(iii) Acompanhamento

Na fase de acompanhamento, a maioria dos serviços definidos nos pacotes criados são prestados aos clientes. Nesse momento, é importante realizar o monitoramento e avaliação do PSS para que seja possível avaliar seu desempenho e a satisfação dos clientes sobre o produto e os serviços prestados (Bandinelli; Gamberi, 2012; Zine *et al.*, 2016). Conforme Zine *et al.* (2016), a análise quantitativa do desempenho dos serviços pode ser feita com base no tempo em que uma chamada de serviço foi realizada e concluída. Já a satisfação dos clientes pode ser avaliada por meio da taxa de retenção dos clientes e de novos clientes agregados. Sempre que possível, o desempenho ambiental das ofertas também pode ser analisado (Pigozzo; McAlloone, 2016). Adicionalmente, na etapa de acompanhamento podem ser incorporadas análises estatísticas e inteligência artificial por meio de algoritmos de previsão de falha e identificação de causa raiz. Isso permite diagnosticar e prever falhas dos equipamentos e componentes, para, dessa forma, realizar a manutenção preditiva dos mesmos.

(iv) Encerramento

Quando o PSS não cumpre mais com a aplicação pretendida, ele entra no estágio final do ciclo de vida (Beuren; Ferreira; Miguel, 2013). Nesse momento, ações para a retirada dos produtos do mercado podem ser realizadas (Tran; Park, 2014). Essas ações envolvem o reuso, o condicionamento, a remanufatura ou o descarte adequado dos componentes do produto (Shokohyar; Mansour; Karimi, 2012). Mesmo que a decisão seja dos clientes, que são os proprietários dos equipamentos, as empresas podem pensar em diferentes alternativas, tais como estabelecimento de parcerias com as concessionárias, fornecedores ou outras empresas,

para estimular que os clientes estejam conscientes do seu papel e evitar que os componentes dos maquinários sejam inadequadamente descartados.

Paralelamente, sugere-se que a análise de *feedback* das diferentes partes interessadas, tais como clientes, prestadores de serviços e empresas parceiras, seja realizada. Além disso, as lições aprendidas devem ser mapeadas. Dessa forma, ambas as informações podem ser exploradas para realizar melhorias nos pacotes, agregar propostas de valor ou funcionalidades às ofertas, estendê-las para outros segmentos de clientes ou para o desenvolvimento de novas ofertas. Nessa etapa, as informações podem ser obtidas por meio de conversas com clientes ou por intermédio de questionários, e-mail, formulários *on-line* ou aplicativos (Mourtzis; Vlachou; Zogopoulos, 2018).

O resultado dessa fase é o início de uma nova oferta de PSS. Também é possível que as fases se sobreponham, como é usual na prática.

CONCLUSÕES

Considerando a importância das questões sustentáveis, os possíveis impactos ambientais e sociais negativos, gerados por máquinas e equipamentos agrícolas, além do potencial do PSS orientado a produto a contribuir para o desenvolvimento de práticas sustentáveis e orientadas à economia circular, o estudo buscou responder a seguinte questão de pesquisa: Como implementar o PSS orientado a produto em empresas de máquinas e equipamentos agrícolas? Para tanto, inicialmente realizou-se um diagnóstico sobre a temática em empresas do setor, para que, juntamente com ideias advindas da literatura, um modelo para implementação de PSS orientado a produto pudesse ser proposto.

A partir do diagnóstico realizado em empresas de máquinas e equipamentos agrícolas, constatou-se que, embora todos os entrevistados entendam a importância da sustentabilidade e algumas práticas já vêm sendo realizadas pelas empresas, normalmente as questões ambientais e sociais não são priorizadas no desenvolvimento de produtos e serviços. Adicionalmente observou-se que a maioria das empresas oferece essa solução aos seus clientes, mas, na maioria delas, ainda de uma forma não estruturada.

Conclui-se que, embora as organizações possam enfrentar algumas dificuldades durante a estruturação e desenvolvimento do PSS orientado a produto, elas também possuem alguns motivadores para desenvolver as ofertas. Os resultados da pesquisa empírica ainda indicaram que serviços de rápido atendimento e que garantam a disponibilidade dos equipamentos, serviços de prevenção e acompanhamento das máquinas e serviços que possam ser oferecidos ao final da vida útil dos produtos, tendem a ser os mais promissores para as empresas em estudo.

Considerando o contexto das organizações estudadas, observou-se que há oportunidades de aprimoramento no que se refere à oferta de serviços e à inserção de aspectos sustentáveis na condução dos negócios. A partir disso, um modelo referencial de PSS orientado a produto foi proposto. O modelo tem como objetivo auxiliar as empresas a implementar o PSS orientado a produto, indicando as principais fases, bem como ferramentas que possam auxiliar no desenvolvimento das ofertas. Acredita-se que, à medida que as empresas desenvolvam as soluções e prestem adequadamente os serviços aos clientes, os benefícios ambientais podem ser percebidos. Juntamente com isso, e conforme sugerido no modelo por intermédio da incorpo-

ração das demais práticas sustentáveis em seus planejamentos e processos, a contribuição para a economia circular e a redução de impactos ao meio ambiente é potencializada.

O estudo contribui para o conhecimento teórico ao avançar nas discussões sobre o PSS orientado a produto, em especial sobre o seu potencial de contribuir para a economia circular. Adicionalmente, pelo diagnóstico realizado, o estudo apresenta, empiricamente, a relação existente entre o posicionamento das empresas em relação à sustentabilidade e a oferta de serviços. A partir disso, o modelo referencial proposto avança na literatura no sentido de, além das fases sequenciais, sugerir meios para considerar as questões ambientais ao longo do desenvolvimento das ofertas. Além disso, o modelo tem contribuição prática para que as empresas tenham orientação e melhor clareza sobre os procedimentos necessários para introdução do PSS orientado a produto. O estudo também apresenta contribuições pertinentes no sentido de incentivar e auxiliar, além das empresas atuantes no setor de máquinas e equipamentos agrícolas, empresas menores e de distintos setores a implementar o PSS orientado a produto e desenvolver ações pró-ambientais em direção à economia circular.

Como limitações, dado que o estudo concentrou-se nas indústrias de médio e grande porte de máquinas e equipamentos agrícolas, existem possibilidades para pesquisa com esse enfoque em outros setores. Quanto ao modelo referencial proposto, destaca-se o fato de ele não ter sido validado. Assim, sugere-se a aplicação do modelo mediante estudos de pesquisa ação para sua visualização no contexto prático e obtenção de informações para seu aprimoramento.

REFERÊNCIAS

- ANNARELLI, A.; BATTISTELLA, C.; NONINO, F. Product service system: A conceptual framework from a systematic review. *Journal of Cleaner Production*, v. 139, p. 1.011-1.032, 2016.
- ANNARELLI, A.; BATTISTELLA, C.; NONINO, F. Competitive advantage implication of different Product Service System business models: Consequences of “not-replicable” capabilities. *Journal of Cleaner Production*, v. 247, 119.121, 2020.
- ANNARELLI, A. *et al.* New trends in product service system and servitization research: A conceptual structure emerging from three decades of literature. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 32, p. 424-436, 2021.
- AURICH, J. C.; FUCHS, C.; WAGENKNECHT, C. Life cycle oriented *design* of technical Product-Service Systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 14, n. 17, p. 1.480-1.494, 2006.
- AYARZA, J. A. C. *et al.* Viabilidade estratégica e econômica de práticas sustentáveis no departamento de compras: estudo de caso de uma IES Privada no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, n. 55, p. 306-323, 2021.
- BAINES, T. S. *et al.* State-of-the-art in product-service systems. *Journal of Engineering Manufacture*, v. 221, n. 1, p. 1.543-1.552, 2007.
- BAINES, T. S. *et al.* The servitization of manufacturing: A review of literature and reflection on future challenges. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 20, n. 5, p. 547-567, 2009.
- BANDINELLI, R.; GAMBERI, V. Servitization in oil and gas sector: Outcomes of a case study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 23, n. 1, p. 87-102, 2012.
- BANERJEE, S.; PUNEKAR, R.M. A sustainability-oriented *design* approach for agricultural machinery and its associated service ecosystem development. *Journal of Cleaner Production*, v. 264, p. 121.642, 2020.
- BARRAVECCHIA, F. Research on product-service systems: topic landscape and future trends. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 32 n. 9, p. 208-238, 2021.
- BATISTA, A. A. S.; DE FRANCISCO, A. C. Organizational Sustainability Practices: a Study of the Firms Listed by the Corporate Sustainability Index. *Sustainability*, v. 10, n. 1, 2018.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016. 279 p.

BEHNAM, S.; CAGLIANO, R.; GRIJALVO, M. How should firms reconcile their open innovation capabilities for incorporating external actors in innovations aimed at sustainable development? *Journal of Cleaner Production*, v. 170, p. 950-965, 2018.

BEUREN, F. H.; FERREIRA, M. G. G.; MIGUEL, P. A. C. Product-service systems: a literature review on integrated products and services. *Journal of Cleaner Production*, v. 47, p. 222-231, 2013.

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

CALABRESE, A. *et al.* Sustainability-oriented service innovation: An emerging research field. *Journal of Cleaner Production*, v. 193, p. 533-548, 2018.

CAVALIERI, S.; PEZZOTTA, G. Product-service systems engineering: State of the art and research challenges. *Computers in Industry*, v. 63, n. 4, p. 278-288, 2012.

CAVALIERI, S.; TOLLIO, T.; CERETTI, E. Special issue on New research advances on Product Service System along the lifecycle. *Cirp Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 29, p. 139-140, 2020.

CORTI, D. *et al.* Service-oriented business models for agricultural machinery manufacturers: Looking forward to improving sustainability. 2013 *International Conference on Engineering, Technology and Innovation*, 2013.

De MEDEIROS, J. F. *et al.* Proposal of a novel reference system for the green product development process (GPDP). *Journal of Cleaner Production*, v. 187, p. 984-995, 2018.

DESPEISSE, M. *et al.* The emergence of sustainable manufacturing practices, *Production Planning & Control: The Management of Operations*, v. 23, n. 5, p. 354-376, 2012.

FEIX, R. D.; LEUSIN JÚNIOR, S. *Painel do agronegócio no Rio Grande do Sul – 2015*. Disponível em: <http://www.fee.rs.gov.br/wp-content/uploads/2015/09/20150903painel-do-agronegocio-no-rs-2015.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

FIERGS. *Panorama RS*. 2020. Disponível em: <https://www.fiergs.org.br/panorama-rs>. Acesso em: 20 jul. 2020.

GEISSDOERFER, M. *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 757-768, 2017.

GOEDKOOP, M. J. *et al.* *Product Service Systems, Ecological and Economic Basics* (Report for the Dutch ministries of Economic Affairs and of Environment), 1999.

HERNANDEZ, R. J. Sustainable product-service systems and circular economies. *Sustainability*, v. 11, n. 19, p. 5.383, 2019.

HOCAYEN DA SILVA, A.; HOCAYEN DA SILVA, A. Protagonismo das cooperativas na promoção dos objetivos de desenvolvimento sustentável: reflexões teóricas e agenda de pesquisa. *Desenvolvimento em Questão*, n. 54, p. 83-103, 2021.

KADDOURA, M. *et al.* Is prolonging the lifetime of passive durable products a low-hanging fruit of a circular economy? A multiple case study. *Sustainability*, v. 11, n. 18, 2019.

KAŇOVSKÁ, L.; TOMÁŠKOVÁ, E. Drivers for Smart Servitization in Manufacturing Companies. *AGRS on-line Papers in Economics and Informatics*, v. 10, n. 3, p. 57-68, 2018.

KIM, S.; YOON, B. Developing a process of concept generation for new product-service systems: a QFD and TRIZ-based approach. *Service Business*, n. 6, p. 323-348, 2012.

KIM, S. *et al.* Development of an innovation model based on a service-oriented product service system (PSS). *Sustainability (Switzerland)*, v. 7, n. 11, p. 14.427-14.449, 2015.

KIMITA, K.; SAKAO, T.; SHIMOMURA, Y. A failure analysis method for designing highly reliable product-service systems. *Research in Engineering Design*, v. 29, n. 2, p. 143-160, 2018.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, v. 143, p. 37-46, 2018.

KRISTENSEN, H. S.; REMMEN, A. A framework for sustainable value propositions in product-service systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 223, p. 25-35, 2019.

KUO, T. C. *et al.* Supporting sustainable product service systems: A product selling and leasing design model. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 146, p. 384-394, 2019.

LERMEN, F. H. *et al.* Sustainable offers for drying and storage of grains: Identifying perceived value for Brazilian farmers. *Journal of Stored Products Research*, v. 87, 2020.

LI, A. Q. *et al.* The state-of-the-art of the theory on Product-Service Systems. *International Journal of Production Economics*, v. 222, 107491, 2020.

- LI, Hua J. An empirical study of servitization paradox in China. *Journal of High Technology Management Research*, v. 26, n. 1, p. 66-76, 2015.
- LIM, C. H. *et al.* Design of informatics-based services in manufacturing industries: case studies using large vehicle-related databases. *Journal of Intelligent Manufacturing*, v. 29, p. 497-508, 2018.
- MAHUT, F. *et al.* Product-Service Systems for servitization of the automotive industry: a literature review. *International Journal of Production Research*, v. 55, n. 7, p. 2.102-2.120, 2017.
- MALHOTRA, N. K. *Pesquisa de Marketing: uma orientação aplicada*. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C.; CLARK, G. Product-Service Systems. Using an Existing Concept as a New Approach to Sustainability. *Journal of Design Research*, v. 1, n. 2, 2001.
- MARQUES, P. *et al.* A methodology for product-service systems development. *Procedia CIRP*, v. 7, p. 371-376, 2013.
- MONT, O. K. Clarifying the concept of product-service system. *Journal of Cleaner Production*, v. 10, p. 237-245, 2002.
- MONTIEL, I.; DELGADO-CEBALLOS, J. Defining and Measuring Corporate Sustainability: Are We There Yet? *Organization & Environment*, v. 27, n. 2, p. 113-139, 2014.
- MORO, S. R.; CAUCHICK-MIGUEL, P. A.; MENDES, G. H. S. Literature analysis on product-service systems business model: a promising research field. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 19, n. 1, p. 1-18, 2022.
- MOURTZIS, D.; PAPTAEODOROU, A. M.; FOTIA, S. Development of a key performance indicator assessment methodology and software tool for product-service system evaluation and decision-making support. *Journal of Computing and Information Science in Engineering*, v. 18, n. 4, p. 1-13, 2018.
- MOURTZIS, D.; VLACHOU, E.; ZOGOPOULOS, V. Mobile apps for providing product-service systems and retrieving feedback throughout their lifecycle: A robotics use case. *International Journal of Product Lifecycle Management*, v. 11, n. 2, p. 116-130, 2018.
- MUNTEN, P.; VANHAMME, J.; SWAEN, V. Reducing obsolescence practices from a product-oriented PSS perspective: A research agenda. *Recherche et Applications en Marketing*, v. 36, n. 2, p. 42-74, 2021.
- NAWAZ, W.; KOÇ, M. Exploring Organizational Sustainability: Themes, Functional Areas, and Best Practices. *Sustainability*, v. 11, n. 16, 2019.
- NEMATOLLAHI, M.; TAJBAKHSI, A. Past, present, and prospective themes of sustainable agricultural supply chains: A content analysis. *Journal of Cleaner Production*, 271, p. 122-201, 2020.
- PACHECO, D. A. J. *et al.* State of the art on the role of the Theory of Inventive Problem Solving in Sustainable Product-Service Systems: Past, Present, and Future *Journal of Cleaner Production*, v. 212, p. 489-504, 2019.
- PARIDA, V. *et al.* Mastering the transition to product-service provision: Insights into business models, Learning activities, and capabilities. *Research Technology Management*, v. 57, n. 3, p. 44-52, 2014.
- PEREIRA DA SILVA, A. W. P. *et al.* Quem é o Consumidor Sustentável? Uma revisão sistemática da literatura internacional sobre os fatores influenciadores do consumo sustentável. *Desenvolvimento em Questão*, n. 54, p. 104-122, 2021.
- PERUZZINI, M.; MARILUNGO, E.; GERMANI, M. Structured requirements elicitation for product-service system. *International Journal of Agile Systems and Management*, v. 8, n. 3-4, p. 189-218, 2015.
- PIERONI, M. P. P.; MCALOONE, T. C.; PIGOSSO, D. C. A. Configuring new business models for circular economy through product-service systems. *Sustainability*, v. 11, n. 13, p. 3.727, 2019.
- PIGOSSO, D. C. A.; MCALOONE, T. C. Maturity-based approach for the development of environmentally sustainable product/service-systems. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, v. 15, p. 33-41, 2016.
- REIM, W.; PARIDA, V.; ÖRTQVIST, D. Product-Service Systems (PSS) business models and tactics - A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 97, p. 61-75, 2015.
- ROSA, P.; SASSANELLI, C.; TERZI, S. Towards Circular Business Models: A systematic literature review on classification frameworks and archetypes. *Journal of Cleaner Production*, v. 236, 2019.
- ROZENFELD, H. *Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo*. São Paulo: Saraiva, 2006. 542 p.
- SHAPIRA, H.; KETCHIE, A.; NEHE, M. The integration of *design* thinking and strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, v. 140, p. 277-287, 2017.
-

SHOKOHYAR, S.; MANSOUR, S.; KARIMI, B. A model for integrating services and product EOL management in sustainable product service system (S-PSS). *Journal of Intelligent Manufacturing*, n. 25, p. 427-440, 2012.

SIMERS. Brasil, 2020a. Disponível em: <https://www.simers.com.br/>. Acesso em: 2020.

SIMERS. *Venda de máquinas agrícolas cresce 23% em maio Brasil*, 8 jun. 2020b. Disponível em: <https://www.simers.com.br/noticias/detalhes/5927/Venda-de-m%C3%A1quinas-agr%C3%ADcolas-cresce-23-em-maio>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SONG, W.; SAKAO, T. A customization-oriented framework for *design* of sustainable product/service system. *Journal of Cleaner Production*, v. 140, p. 1.672-1.685, 2017.

SUH, E. S. Product Service System Availability Improvement through Field Repair Kit Optimization: A Case Study. *Applied Sciences*, v. 9, n. 20, p. 4.272, 2019.

SUTANTO, A. *et al.* Product-service system *design* concept development based on product and service integration. *Journal of Design Research*, v. 13, n. 1, p. 1-19, 2015.

THEIS, V.; SCHREIBER, D. Análise reflexiva acerca das contribuições da tecnologia da informação verde para a sustentabilidade corporativa. *Desenvolvimento em Questão*, n. 56, p. 264-281, 2021.

TOKARZ, B. *et al.* Methods and tools for the development of a Product-Service System: a holistic perspective. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 19, n. 3, p. 1-19, 2022.

TOPPLE, C. *et al.* Corporate Sustainability Assessments: MNE engagement with sustainable development and the SDGs. *Transnational Corporations*, v. 24, n. 3, p. 61-71, 2017.

TRAN, T. A.; PARK, J. Y. Development of integrated *design* methodology for various types of product – service systems. *Journal of Computational Design and Engineering*, v. 1, n. 1, p. 37-47, 2014.

TUKKER, A. Eight types of product-service system: eight ways to sustainability? Experiences from SusProNet. *Business Strategy and the Environment*, v. 13, n. 4, p. 246-260, 2004.

TUKKER, A. Product services for a resource-efficient and circular economy – a review. *Journal of Cleaner Production*, v. 97, p. 76-91, 2015.

VAN DER LAAN, A. Z.; AURISICCHIO, M. Archetypical consumer roles in closing the loops of resource flows for Fast-Moving Consumer Goods. *Journal of Cleaner Production*, v. 236, p. 117-147, 2019.

VINODH, S.; GOPINATH RATHOD. Application of ECQFD for enabling environmentally conscious *design* and sustainable development in an electric vehicle. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 13, n. 2, p. 381-396, 2010.

VINODH, S.; KAMALA, V.; JAYAKRISHNA, K. Integration of ECQFD, TRIZ, and AHP for innovative and sustainable product development. *Applied Mathematical Modelling*, v. 38, n. 11-12, p. 2.758-2.770, 2014.

YANG, M.; EVANS, S. Product-service system business model archetypes and sustainability. *Journal of Cleaner Production*, v. 220, p. 1.156-1.166, 2019.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ZARTE, M.; PECHMANN, A.; NUNES, I. L. Decision support systems for sustainable manufacturing surrounding the product and production life cycle – a literature review. *Journal of Cleaner Production*, v. 219, p. 336-349, 2019.

ZINE, P. U. *et al.* A conceptual framework for product service system *design* for machine tools: Issues in Indian context. *Benchmarking: An International Journal*, v. 23, n. 5, p. 1.227-1.248, 2016.

Todo conteúdo da Revista Desenvolvimento em Questão está
sob Licença Creative Commons CC – By 4.0