

Análise de Fatores Determinantes do Desempenho Ambiental Sustentável em Empresas Industriais

SILVÂNIA DA ROCHA MEDEIROS VILA NOVA
UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS (UNISINOS)

ADALBERTO RAMOS CASSIA
UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO (UNINOVE)

MARIA DE FÁTIMA RUFINO DOS SANTOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA (UFRR)

Agradecimento à órgão de fomento:

Agradecimentos à Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto exercido pela capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, considerando a influência do compartilhamento de informação. Este estudo contribui para a ampliação do conhecimento a respeito de fatores que influenciam, simultaneamente, o desempenho ambiental sustentável de empresas industriais. Foi realizada uma pesquisa quantitativa, utilizando uma amostra com 90 empresas industriais, sediadas no município de São Paulo, Brasil, empregando-se técnicas estatísticas associadas com a análise multivariada. A pesquisa evidenciou o impacto direto e positivo da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, bem como o efeito moderador exercido pelo compartilhamento de informação sobre esse impacto. Esta pesquisa contribui para incrementar o entendimento sobre a influência simultânea da capacidade tecnológica e do compartilhamento de informação sobre o desempenho ambiental sustentável. Gestores de empresas podem utilizar estes achados na composição de seus planos estratégicos para a melhoria do desempenho de negócios.

PALAVRAS-CHAVE: Desempenho ambiental sustentável. Capacidade tecnológica. Compartilhamento de informação.

INTRODUÇÃO

Crítérios econômicos têm prevalecido na análise do desempenho de empresas, mesmo considerando o significativo crescimento no volume de pesquisas que têm inserido aspectos da sustentabilidade ambiental entre os indicadores de desempenho (Das, 2017; Sarkis & Zhu, 2017). Pesquisas recentes têm ampliado o debate sobre a contribuição das diretrizes de sustentabilidade ambiental aos resultados econômicos de empresas, abrindo novos horizontes no campo de estudos sobre estratégias competitivas e desenvolvimento sustentável (Sachs, 2009; Teece & Linden, 2017). Superada a visão tradicional de que a inserção de orientações de sustentabilidade nos negócios traria redução no desempenho competitivo, novos desafios têm sido colocados aos gestores empresariais no sentido de incorporar novas dimensões ao conjunto de fatores com potencial para influenciar positivamente no desempenho ambiental sustentável (Zhu, Sarkis & Lai, 2013; Sarkis & Zhu, 2017).

Apesar do crescente interesse no meio acadêmico pelo estudo de aspectos associados ao desempenho sustentável, ainda restam lacunas no exame de fatores com potencial para influenciar esse desempenho, especialmente, efeitos combinados desses fatores. Neste sentido, parte-se da seguinte questão de pesquisa: Qual o impacto exercido pela capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, considerando a influência do compartilhamento de informação? O objetivo desse estudo é analisar o impacto exercido pela capacidade tecnológica no desempenho ambiental sustentável, considerando o efeito do compartilhamento de informação sobre esse impacto.

REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura contou, inicialmente, com um levantamento bibliográfico, seguindo-se pela análise do conteúdo dos artigos recuperados.

Levantamento bibliográfico

O levantamento bibliográfico foi realizado por meio de uma busca na base internacional de publicações SCOPUS, utilizando-se, inicialmente, os termos gerais, com foco no título, resumo e palavras-chave – TITLE-ABS-KEY(“*sustainable performance*” or “*technological capability*” or “*information sharing*”), totalizando um resgate de 22.212 documentos, seguindo-se por uma busca específica, com os termos combinados – ALL(“*sustainable performance*”) and ALL(“*technological capability*”), resultando em 17 documentos. Os resultados gerais e específicos demonstraram se tratar de conceitos com crescente interesse no meio científico (Figura 1).

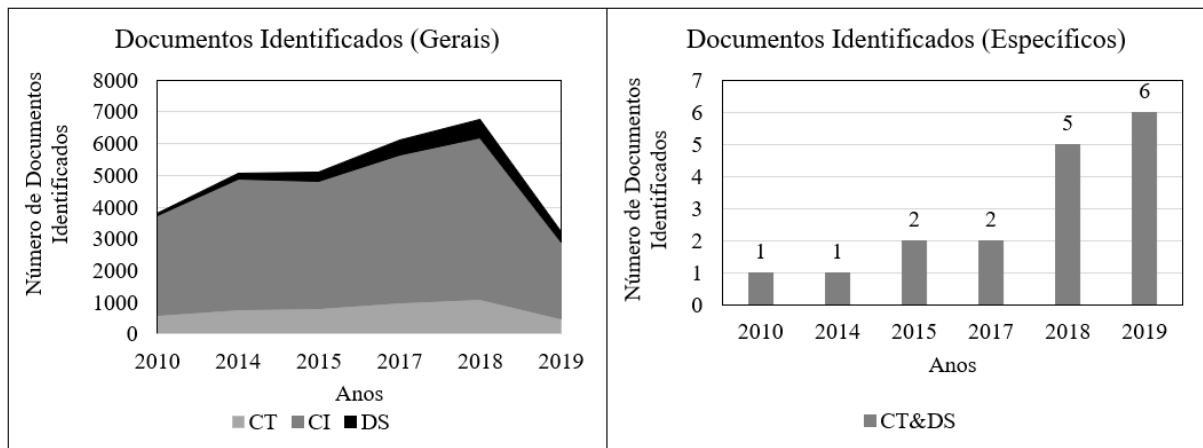


Figura 1 – Evolução do número de documentos publicados, gerais e específicos.

Nota: CT=Capacidade Tecnológica; CI=Compartilhamento de Informação; DS=Desempenho Sustentável.

Em termos gerais, os documentos identificados apresentam crescimento no período destacado na Figura 1 – a redução verificada para o ano 2019 se deve ao intervalo considerado (apenas os cinco primeiros meses do ano). Quanto aos documentos específicos (combinados os termos de busca), o número de documentos identificados é crescente ao se examinar o período 2010-2019. Em termos de fontes e áreas de estudos dos documentos específicos identificados, duas publicações se destacam (‘Sustainability’ e ‘Journal of Cleaner Production’), o mesmo ocorrendo com a área de Negócios, Gestão e Contabilidade. Estes resultados são apresentados na Figura 2.

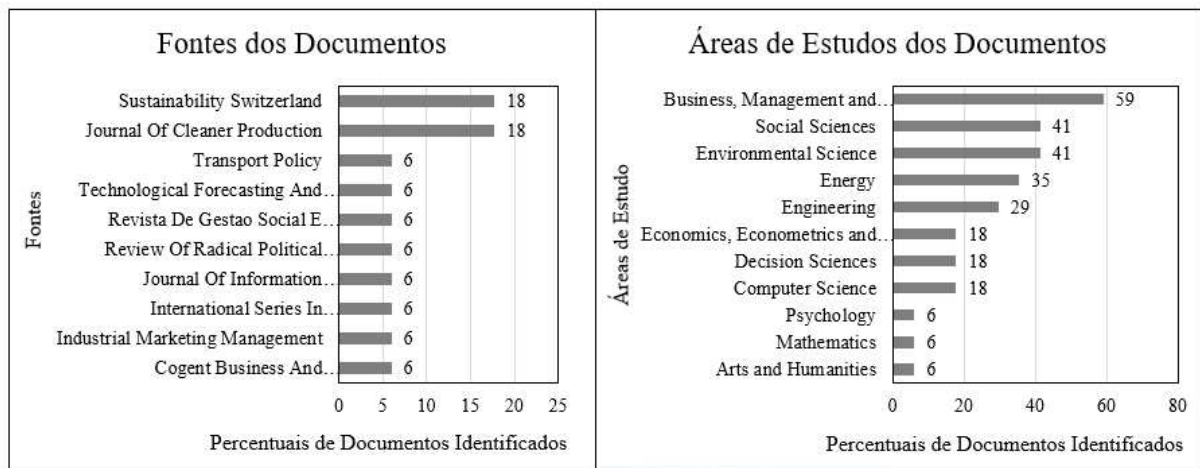


Figura 2 – Fontes e Áreas de Estudos dos documentos específicos identificados.

Os termos utilizados neste estudo são trabalhados em periódicos que tratam da sustentabilidade dos negócios, bem como aspectos tecnológicos. As áreas de negócios e gestão de empresas têm recebido contribuições de estudos que abordam aspectos sociais, ambientais, tecnológicos e econômicos, o que está refletido nos documentos identificados para compor a revisão de literatura conduzida no presente estudo. A Tabela 1 mostra características que evidenciam a relevância das fontes utilizadas neste estudo.

Tabela 1 – Características das fontes associadas aos documentos identificados na busca.

Título da Fonte	QUALIS	FI	ISSN
Cogent Business and Management	B2	n.i.	2331-1975
Industrial Marketing Management	A1	3,678	0019-8501
International Series in Operations Research and Management Science	A1	3,544	0025-1909
Journal of Cleaner Production	A1	5,651	0959-6526
Journal of Information Technology	n.i.	4,435	1466-4437
Review of Radical Political Economics	n.i.	0,579	1552-8502
Revista de Gestao Social e Ambiental	B1	n.i.	1981-982X
Sustainability Switzerland	A1	2,075	2071-1050
Technological Forecasting and Social Change	n.i.	3,129	0040-1625
Transport Policy	A2	2,512	0967-070X

Nota: QUALIS=Indicador CAPES/Qualis; FI=Fator de Impacto.

As fontes dos documentos identificados registraram relevantes níveis de qualidade, tanto o indicador Qualis/Capes quanto o indicador Fator de Impacto são indicadores reconhecidos pela comunidade acadêmica (CAPES, 2017, 2018). A esses documentos, em sua maioria artigos (76%), foram adicionados novos artigos, tratando de aspectos metodológicos e referenciados na literatura. A partir desta base de literatura, foram examinados os conteúdos relevantes a este estudo.

Desempenho ambiental sustentável

O desempenho sustentável tem recebido crescente atenção na literatura que trata da sustentabilidade, um conceito que busca integrar dimensões econômicas, sociais e ambientais de forma a orientar as empresas na condução de seus negócios e operações (Sachs, 2009; Sarkis & Zhu, 2017). Neste estudo, desempenho ambiental sustentável é definido como uma medida do esforço empresarial que envolve aspectos ambientais, considerando sua conexão aos aspectos econômicos e sociais (Das, 2017). Em seu estudo, Das (2017) utiliza variáveis específicas para a mensuração do desempenho sustentável, entre as quais, a competitividade, o desempenho operacional, o desempenho social e o desempenho ambiental sustentável. Ampliando o detalhamento do conceito, Raut, Narkhede e Gardas (2017) argumentam que a sustentabilidade compreende uma diretriz que pode ser aplicada à cadeia de suprimentos e tem sido apontada como uma das mais importantes orientações empresariais para a obtenção de resultados econômicos, conjugados com a redução de riscos e impactos ambientais e alinhado aos benefícios sociais. No atual cenário empresarial, em que a tecnologia digital está se inserindo amplamente nas cadeias produtivas globais, torna-se essencial conjugar a gestão da cadeia de suprimentos com os avanços tecnológicos, de forma a propiciar as condições necessárias para a modernização dos sistemas de operações, cada vez mais associados com fluxos intensivos de informações e com a necessidade de se tratar com inteligência os diversos desafios estratégicos que são colocados para os negócios, tornando-se fundamental que as empresas desenvolvam suas capacidades tecnológicas (Zhou & Wu, 2010; Voudouris, Lioukas, Iatrelli & Caloghirou, 2012; Esendemir, 2017).

Capacidade tecnológica e desempenho ambiental sustentável

A capacidade tecnológica compreende um tema multidisciplinar que se insere em áreas de estudos associados com o desenvolvimento tecnoeconômico e, especificamente, com a gestão da inovação – orientações e práticas que objetivam ao uso de recursos organizacionais destinados a promover a inovação –, seus conceitos, práticas, processos, sistemas e rotinas (Schilling, 2013). O seu estudo se insere em um contexto de mudanças cada vez mais velozes e imprevisíveis, requerendo atenção prioritária dos executivos de empresas (Teece & Linden, 2017). As mudanças tecnológicas têm gerado desafios para as empresas – por um lado, representam ameaças com a obsolescência acelerada e a necessidade de volumes significativos de investimentos em modernização; por outro lado, abrem novas oportunidades para que processos de negócios sejam redesenhados, digitalizados e incrementados com novas soluções, mais precisas, confiáveis e escaláveis, requerendo decisões favoráveis ao investimento em inovação. Estes investimentos contribuem para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas importantes para que a empresa possa implementar as novas tecnologias e aumentar a eficiência de seus processos (Zhou & Wu, 2010; Wu, Lin & Chen, 2013). Porém, mesmo tomando conhecimento das possibilidades concretas de melhoria nos processos operacionais, as empresas encontram dificuldades para implementar projetos destinados a inserir as novas tecnologias no contexto organizacional e promover as mudanças necessárias para converter inovação em resultados (Chamsuk, Fongsuwan & Takala, 2017).

Estudos sobre o tema entendem capacidades como conjuntos de habilidades e conhecimentos acumulados pelas empresas, permitindo a coordenação de atividades para a apropriada utilização de seus ativos (Su, Peng, Shen & Xiao, 2013). Em linha com esta definição, a capacidade tecnológica diz respeito à habilidade da empresa para desenvolver e utilizar recursos tecnológicos, envolvendo o desenvolvimento de novos produtos, o aperfeiçoamento do processo produtivo, o desenvolvimento de tecnologia e a adaptação às mudanças tecnológicas que ocorrem no setor (Su *et al.*, 2013). As oportunidades que se abrem para as empresas adotarem novas tecnologias são relevantes, bem como os impactos estimados para os negócios (Zhou & Wu, 2010). Estes aspectos impulsionam as empresas para ingressarem com determinação nesse amplo processo de transformação digital que se coloca no cenário empresarial. Para obterem êxito, precisam, entre as medidas mais necessárias, adquirir capacidades tecnológicas tanto para planejar e implementar os novos projetos com sucesso quanto para operar os novos sistemas de informações, considerando significativas mudanças que podem trazer em termos de compartilhamento de informações, capacidade de armazenamento de dados, facilidades para interconexão com sistemas externos (Kim, Hwang & Rho, 2016; Teece & Linden, 2017). Estes desafios são complexos e requerem das empresas medidas específicas, seja para definir projetos tecnológicos ou mesmo para redesenhar seus processos de negócios, entre os quais, a cadeia de suprimentos.

Estudos recentes indicam que a capacidade tecnológica será cada vez mais importante na implementação da digitalização de processos que se intensificam nas empresas, com implicações no desempenho sustentável de suas cadeias produtivas (Teece & Linden, 2017; Herrero, Bustinza, Parry & Georgantzis, 2017). A rápida mudança que está ocorrendo no ambiente tecnológico, com o avanço de novas soluções digitais, como ‘*Big Data*’ e ‘*Analytics*’ (Karre, Hammer, Kleindienst & Ramsauer, 2017), ‘*Cloud Computing*’ (Song, Zhao & Zeng, 2017), ‘*Artificial Intelligence*’, ‘*Mobile Internet*’ (Schniederjans, 2017) e ‘*Internet of Things*’ (Mrugalska & Wyrwicka, 2017), têm o poder de transformar a forma com que as empresas executam seus processos básicos de negócios, entre os quais, a cadeia de suprimentos. Nesse cenário que se vislumbra, as empresas necessitarão de capacidades tecnológicas para a adoção de tais tecnologias, desenvolver projetos para implementação e modificação de seus processos,

sistemas de operações e sistemas de informações. Isso irá requerer a rápida aquisição de novos conhecimentos, novas habilidades e novas competências, tanto para operar estas soluções tecnológicas quanto para gerar novos ou melhorados produtos e serviços a partir delas. Considerando estes desdobramentos das relações entre capacidade tecnológica e desempenho ambiental sustentável, lança-se a seguinte hipótese de pesquisa:

H₁: A capacidade tecnológica exerce impacto positivo sobre o desempenho ambiental sustentável.

Compartilhamento de informação e desempenho ambiental sustentável

O compartilhamento de informação compõe um tema de pesquisa multidisciplinar e está inserido em áreas de estudos diversificadas, sendo abordado, em termos conceituais, pela área de Ciência da Informação e, em termos conceituais, práticos, estratégicos e gerenciais, pela área de Tecnologia da Informação (TI), conectado a praticamente todas as áreas do conhecimento. A área de Gestão da TI congrega estudos associados aos modelos, arquiteturas, sistemas, processos, recursos e facilidades que viabilizam o emprego da TI no contexto organizacional (Rossetti & Morales, 2007). Diante da inevitável marcha da digitalização dos processos de negócios, torna-se fundamental que também os processos associados com a cadeia de suprimentos adotem a digitalização em todas as instâncias, desde as relações com os fornecedores, passando pelas atividades de produção, operações, armazenamento e logística, até alcançar os serviços disponibilizados aos clientes e consumidores dos produtos (Herrero *et al.*, 2017). Sendo volumosos os investimentos necessários para que tais medidas sejam implementadas, torna-se crítico o envolvimento da alta administração das empresas envolvidas na rede de colaboração, bem como a sua articulação, buscando sincronizar os planos estratégicos, estruturas de governança corporativa e os projetos relacionados com a integração na cadeia de valor (Cheng & Chen, 2016; Gosling, Jia, Gong & Brown, 2017).

Nesse contexto, os sistemas que promovem o intercâmbio de informações são essenciais, bem como aspectos que propiciem a integração e a conectividade da infraestrutura tecnológica que possam suportar a intensiva troca de informações ao longo da rede de colaboração, criando sinergia e promovendo ações sincronizadas (Gunasekaran, Subramanian & Rahman, 2015; Teece & Linden, 2017). O compartilhamento de informação é definido como a extensão na qual as informações são disponibilizadas aos membros de uma cadeia de suprimentos (Hsu, Kannan, Tan & Leong, 2008). Estudos recentes mostram que o compartilhamento da informação tem significativa influência sobre o desempenho da cadeia de suprimentos (Luo, Sha & Huang, 2013). Empresas que reconhecem a importância da troca de informações na cadeia de suprimentos e adotam medidas para a efetiva realização, apresentam maior propensão à obtenção de vantagens competitivas (Luo *et al.*, 2013). Trata-se de um momento em que novos modelos estão sendo colocados em discussão, onde o compartilhamento de informações está deixando de ser orientado apenas para as unidades internas da empresa e integrando cadeias globais de suprimentos (Zhu, Sarkis & Lai, 2013). Está em curso uma ruptura institucional, em que a necessária disponibilidade de informações se torna uma realidade, onde os sistemas e bancos de dados sejam conectados, de forma a garantir que as informações sobre os clientes, processos e operações estejam disponíveis a toda a rede. Este novo modelo exige que as informações sejam compartilhadas em grandes bases de dados e possam ser acessadas e recuperadas por qualquer parceiro da rede (Teece & Linden, 2017). As várias bases de dados isoladamente guardam dados valiosos sobre os clientes e sobre as operações, representando ativos estratégicos que poderiam ser úteis a toda a rede. A conexão dos parceiros em uma rede não é tarefa simples, ao contrário, está repleta de desafios. Os

sistemas necessitam de integração e necessitam operar de forma contínua, sem a necessidade de interferência de pessoas para realizar procedimentos. Os protocolos de comunicação necessitam de formatação que permita a troca de informações. Padrões de interoperabilidade são necessários para que os sistemas sejam integrados (Herrero *et al.*, 2017).

Apesar de se reconhecer que o compartilhamento de informações seja pré-requisito para a integração da cadeia de suprimentos, ainda não se verifica disposição das empresas para proceder a estes projetos. Ao contrário, estudos recentes apontam a tímida adesão das empresas ao processo de digitalização de seus processos de negócios, entre os quais, seus processos associados com a cadeia de suprimentos (Teece & Linden, 2017). Parte deste comportamento está associado com as dificuldades das empresas para obtenção de recursos financeiros suficientes para suportar os elevados investimentos necessários para que os projetos sejam efetivados (Teece & Linden, 2017). Outras questões, igualmente importantes, estão relacionadas à carência de profissionais qualificados para a realização de tais projetos, aos riscos econômicos e tecnológicos em implantar soluções que ainda não foram totalmente assimiladas pelo conjunto das empresas, sem contar com a imprevisibilidade das condições do ambiente regulatório, tributário e jurídico, que tornam arriscados quaisquer movimentos que as empresas possam iniciar no sentido de modernizar suas operações. A partir desta discussão, lança-se a seguinte hipótese de pesquisa:

H2: O compartilhamento da informação exerce influência positiva sobre a relação entre a capacidade tecnológica e o desempenho ambiental sustentável.

Modelo conceitual proposto para a pesquisa

Este estudo se enquadra em uma abordagem interdisciplinar, envolvendo as áreas de Gestão da Tecnologia da Informação, Gestão do Conhecimento, Gestão da Inovação e Sustentabilidade. De cada uma destas áreas, foram identificadas variáveis com potencial para integrar um modelo teórico voltado ao exame de fatores antecedentes ao desempenho ambiental sustentável. Tais variáveis foram identificadas a partir da revisão da literatura procedida anteriormente, bem como as relações reproduzidas no modelo proposto foram admitidas para verificação empírica no decorrer da pesquisa. A Figura 3 apresenta o modelo conceitual apresentado para subsidiar a realização da pesquisa. Os construtos (variáveis latentes) são representados por figuras elípticas com os respectivos nomes em seu interior, a linha contínua representa o efeito direto, as linhas tracejadas representam os efeitos moderadores, as setas indicam as direções dos efeitos, as hipóteses são nomeadas com a letra maiúscula H e seu respectivo número, o sinal entre parênteses representa o sentido positivo do efeito.

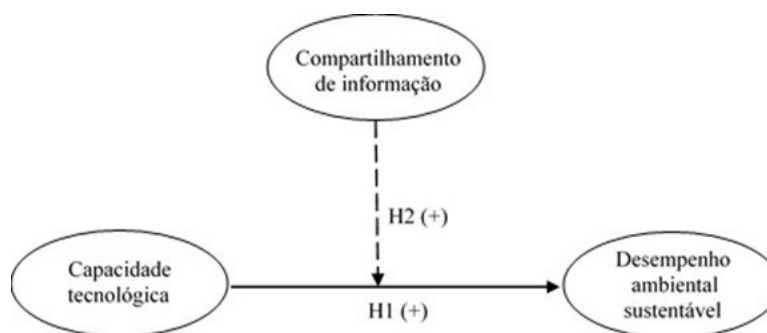


Figura 3 – Modelo conceitual proposto para a pesquisa

De acordo com o diagrama exibido na Figura 3, a variável ‘desempenho ambiental sustentável’ (DS) atua como dependente, a variável ‘capacidade tecnológica’ (CT) atua como independente, a variável ‘compartilhamento de informação’ (CI) atua como moderadora. Desta forma, o modelo conceitual representa o impacto direto da ‘capacidade tecnológica’ sobre o ‘desempenho ambiental sustentável’ e a influência moderadora do ‘compartilhamento de informação’ sobre este impacto. O modelo conceitual proposto busca representar efeitos diretos e interações de variáveis independentes (CT e CI) sobre a variável dependente (DS), objetivando apoiar a análise de efeito moderador sobre o desempenho ambiental sustentável.

MÉTODOS

Considerando a necessidade de se examinar a influência do compartilhamento de informação no impacto causado pela capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, buscou-se realizar uma pesquisa empírica, de natureza quantitativa, que pudesse apoiar a verificação da existência de relação direta – o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, bem como seu comportamento –, e de relação de interação – a influência do compartilhamento de informação nesse impacto –, sendo também verificado o comportamento desta relação. Para alcançar esse objetivo, foi realizada uma revisão de literatura, contemplando um levantamento bibliográfico para a identificação de publicações relevantes e associadas ao tema de pesquisa, seguindo-se por uma análise de conteúdo dos artigos selecionados. A partir desta análise, foram lançadas as hipóteses de pesquisa e definido o modelo conceitual de suporte. Foram adotados procedimentos para a identificação e delimitação da população e da amostra, definidos os componentes estruturais do instrumento de coleta de dados, sendo realizada uma análise de validade e de confiabilidade a partir das variáveis, latentes e observadas, empregadas no modelo de pesquisa.

Os dados coletados foram transcritos e passaram por processamentos estatísticos, também em busca de testes com uso de critérios que pudessem viabilizar o exame da sua validade e confiabilidade. Após o processamento estatístico dos dados, estes foram analisados e puderam subsidiar a discussão dos resultados encontrados na pesquisa, à luz de teorias existentes no contexto científico que trata do tema abordado neste estudo. Foram utilizados métodos de análise multivariada para a análise estatística dos dados e verificação das hipóteses, com apoio no software SPSS. Os dados utilizados para tais testes foram obtidos por meio de um questionário, elaborado a partir das especificações originais em suas respectivas pesquisas (Das, 2017; Su *et al.*, 2013; Hsu *et al.*, 2008), sendo esses dados coletados pela apresentação de assertivas aos respondentes, pertencentes ao quadro de gestores das empresas, e captação de suas respostas, levando-se em consideração sua abrangência funcional e conhecimento prévio sobre o assunto da pesquisa. Em atendimento ao número calculado para o tamanho da amostra, segundo critérios e procedimentos previstos para este tipo de pesquisa (Hair, Black, Babin & Anderson, 2010), chegou-se ao total de 148 empresas, cujos questionários coletados, entre março e outubro de 2018, foram considerados completos e, portanto, aceitáveis para uso na elaboração dos dados e verificações estatísticas, o que correspondeu a 40,1% de respostas válidas, após exclusões por erros e omissões (Corrar, Paulo & Dias, 2017).

Tabela 2 – Descrição das variáveis latentes utilizadas na elaboração do questionário.

Fontes	Variáveis latentes	Alfa Cronbach	Indicadores	Cargas fatoriais
Das (2017)	Desempenho ambiental sustentável	0,901	Redução de custos tratamento efluentes	Entre
			Redução de descarte materiais tóxicos	0,554
			Redução acidentes ambientais	e
			Redução acidentes linha fabril	0,923

			Proteção da biodiversidade no entorno	
Su, Peng, Shen e Xiao (2013)	Capacidade tecnológica	0,860	Capacidade para gerar novos produtos	Entre
			Capacidade para melhorar produção	0,760
			Capacidade de desenvolver tecnologia	e
			Capacidade adaptação de mudanças	0,880
Hsu, Kannan, Tan e Leong (2008)	Compartilhamento de informação	0,758	Informações informais de parceiros	Entre
			Acordos formais informacionais	0,627
			Comunicação de estratégias a parceiros	e
			Integração com cadeia de suprimentos	0,723
			Sistemas compatíveis com parceiros	
			Feedback de usuários finais	

Inicialmente, foram efetuados testes estatísticos para exame do modelo de pesquisa e, em seguida, foram efetuadas as verificações das hipóteses lançadas.

RESULTADOS

Uma sequência de testes foi usada para mensurar a validade nesta pesquisa. À princípio, este estudo estimou a confiabilidade da consistência interna usando o Alfa de Cronbach. De acordo com Hair *et al.* (2010), um valor de 0,70 ou superior é adequado para o coeficiente de confiabilidade. A Tabela 3 mostra que os valores de Alfa para todos os construtos foram mais elevados que o valor-base de 0,70. Hair *et al.* (2010) recomendam KMO (grau em que os construtos conseguem descrever as variações dos indicadores) superior a 0,70 e, nesta pesquisa, todos os valores dos construtos superaram este nível.

Tabela 3 – Validade dos construtos.

Indicadores do Construto	CF	Média	Desvio	KMO	Teste de Bartlett			Alfa de Cronbach
					χ^2	df	Sig.	
Desempenho ambiental sustentável				0,896	504	10	0,00	0,901
D1: Redução de custos tratamento efluentes	0,872	3,54	0,999					
D2: Redução de descarte materiais tóxicos	0,883	3,56	0,991					
D3: Redução acidentes ambientais	0,865	3,48	0,986					
D4: Redução acidentes linha fabril	0,872	3,46	0,965					
D5: Proteção da biodiversidade no entorno	0,861	3,53	0,944					
Capacidade tecnológica				0,788	241	6	0,00	0,860
T1: Capacidade para gerar novos produtos	0,794	3,64	0,738					
T2: Capacidade para melhorar produção	0,836	3,68	0,801					
T3: Capacidade de desenvolver tecnologia	0,855	3,67	0,820					
T4: Capacidade adaptação de mudanças	0,822	3,73	0,830					
Compartilhamento de informação				0,878	435	15	0,00	0,758
I1: Informações informais de parceiros	0,796	3,86	0,825					
I2: Acordos formais informacionais	0,782	3,87	0,794					
I3: Comunicação de estratégias a parceiros	0,802	3,86	0,762					
I4: Integração com cadeia de suprimentos	0,811	3,91	0,755					
I5: Sistemas compatíveis com parceiros	0,806	3,92	0,778					
I6: Feedback de usuários finais	0,795	4,00	0,825					

Nota: KMO=Medida Kayser-Meyer-Olkin; CF=Cargas Fatoriais.

As cargas fatoriais para os três construtos de primeira ordem foram avaliadas. Os resultados indicaram que todas as cargas fatoriais superavam o mínimo de 0,70 sobre seus respectivos construtos. Com os dados apresentados nesta seção, verifica-se o atendimento aos

requisitos de confiabilidade e validade discriminante, em conformidade com orientações de Hair *et al.* (2010).

Concluídos os testes estatísticos utilizando-se os dados amostrais, os resultados foram sintetizados na Tabela 4. Foram utilizados dois modelos estatísticos para se estabelecer comparabilidade do poder de explicação do comportamento da variável dependente (R^2). O modelo inicial configura uma relação direta entre a capacidade tecnológica e o desempenho ambiental sustentável, sendo utilizado para verificação da hipótese de pesquisa H_1 . O modelo com variável moderadora configura essa mesma relação direta com adição da variável moderadora designada pelo compartilhamento de informação, sendo utilizado para verificação da hipótese de pesquisa H_2 . A estrutura da análise segue recomendações de Vieira e Faia (2014).

Tabela 4 – Resultados do processamento estatístico dos dados.

Variáveis	Modelos Estatísticos			
	Modelo Inicial*		Modelo com Variável Moderadora**	
	Coef.	Sig.	Coef.	Sig.
Constante	-1,743E-17	1,000	-0,1107	0,1458
Capacidade tecnológica	0,661	0,000	0,7188	0,0000
Compartilhamento de informação			-0,0293	0,7651
Moderadora			0,1494	0,0155
R^2	0,437	0,000	0,4651	0,0000
ΔR^2			0,0281	

Nota: *Processamento dos dados no SPSS; **Processamento dos dados no SPSS/PROCESS.

Os resultados exibidos em linha com o Modelo Inicial indicam uma associação positiva e significativa entre a intensificação da capacidade tecnológica e o nível de desempenho ambiental sustentável adquirido pela empresa ($\beta = 0,661$, $p < 0,05$), com aceitável poder de explicação do comportamento da variável dependente ($R^2 = 0,437$, $p < 0,05$), portanto, suportando a hipótese H_1 . O Modelo com Variável Moderadora proposto demonstra o efeito moderador positivo desempenhado pelo compartilhamento de informação na associação entre a capacidade tecnológica e o desempenho ambiental sustentável, que, inicialmente, apresenta-se em patamar mais reduzido ($R^2 = 0,437$, $p < 0,05$), evoluindo para um patamar mais elevado quando da inserção do efeito moderador no modelo ($\beta = 0,1494$, $p < 0,05$; $R^2 = 0,4651$, $p < 0,05$), produzindo uma variação positiva ($\Delta R^2 = 0,4651 - 0,437 = 0,0281$), portanto, suportando a hipótese H_2 , com efeito pequeno sobre a variável dependente. Para Hair, Hult, Ringle e Sarstedt (2014), valores de $R^2 = 0,02$ sugerem efeito pequeno sobre a variável dependente, $R^2 = 0,13$ efeito médio e $R^2 = 0,26$ efeito grande. A Figura 4 é usada como apoio para a explicação dos resultados encontrados.

Com base nas equações apuradas com o processamento e utilizando-se dados representativos, foi confeccionado um gráfico representativo do comportamento das variáveis (independente, dependente e moderadora). A Figura 4 mostra a influência de fatores sobre o desempenho ambiental sustentável, onde a capacidade tecnológica desencadeia um impacto direto sobre esse desempenho e o compartilhamento de informação atua indiretamente sobre o mesmo desempenho, agindo sobre o referido impacto.

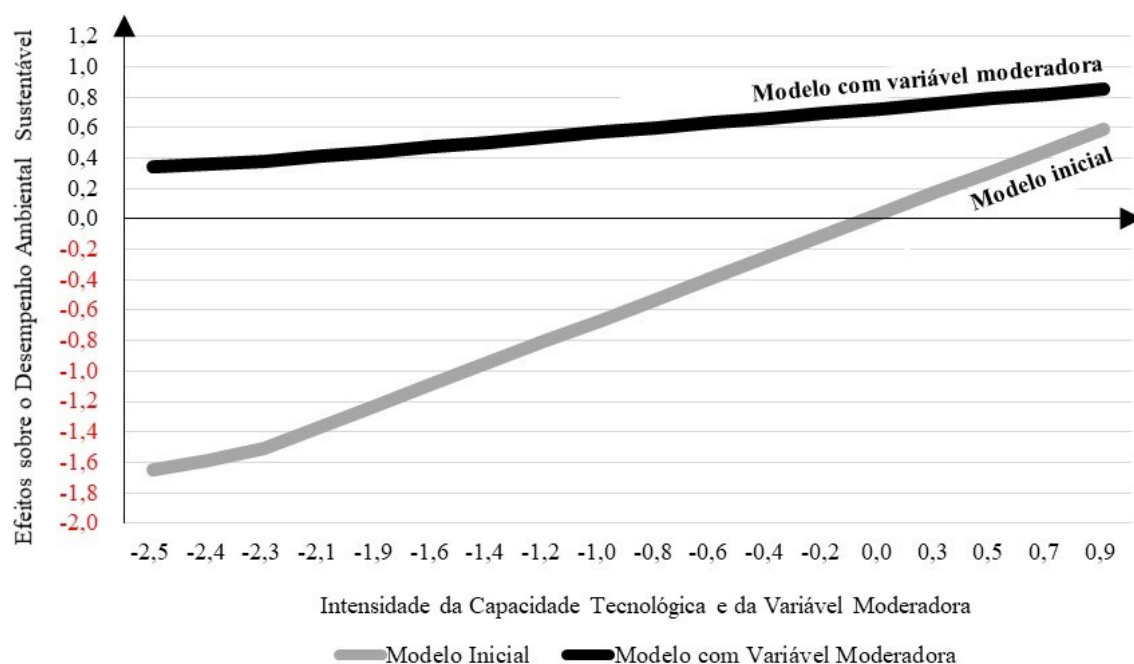


Figura 4 - Gráfico representativo dos efeitos sobre o desempenho ambiental sustentável.

A Figura 4 exibe uma representação gráfica do efeito que a capacidade tecnológica e o compartilhamento de informação exercem sobre o desempenho ambiental sustentável, considerando-se, inicialmente, apenas o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável (linha na cor cinza), seguindo-se pelo posicionamento do compartilhamento de informação como moderadora na associação da capacidade tecnológica com o desempenho ambiental sustentável (linha na cor preta). Conforme visualizado no gráfico exposto na Figura 4, a capacidade tecnológica consegue influenciar no desempenho ambiental sustentável, porém, de forma reduzida. Com a adição do compartilhamento de informação, conjugando forças com a capacidade tecnológica, eleva-se o poder de explicação do comportamento do desempenho ambiental sustentável. No entanto, quando se reposiciona o compartilhamento de informação para exercer a função moderadora da relação entre as duas variáveis inicialmente estabelecidas no modelo, ocorre um ganho no efeito combinado da capacidade tecnológica e do compartilhamento de informação sobre o desempenho ambiental sustentável. As trajetórias dos efeitos causados sobre o desempenho ambiental sustentável apresentam tendência a se cruzarem em determinado ponto futuro, fato que pode ser entendido como uma moderação que afeta positivamente o impacto inicial durante um certo intervalo, após o qual o efeito moderador se anula e, então, passa a ser negativo, ou seja, passa a atenuar o impacto inicial. Neste sentido, quanto maior a intensidade do compartilhamento de informação, maior o seu efeito sobre o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, porém, em determinado momento, o aumento dessa intensidade produz efeito nulo e, prosseguindo em sua elevação, produz efeito negativo, ou seja, a partir de determinado momento, quanto maior o compartilhamento de informação, menor o impacto exercido pela capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável.

DISCUSSÃO

As diretrizes de sustentabilidade têm sido defendidas por organizações de alcance global, sendo a Organização das Nações Unidas (ONU) uma das mais relevantes vozes.

Têm sido notáveis os esforços de nações, acadêmicos, instituições e pesquisadores no sentido de abordar o tema da sustentabilidade nos negócios, refletindo sobre definições, fatores determinantes do êxito em iniciativas sustentáveis, fatores componentes, consequências de sua aplicação, mecanismos para implementação e disseminação de orientações e diretrizes de sustentabilidade em produtos, processos, serviços e modelos de negócios. No mundo inteiro, o setor industrial tem se movimentado no sentido de adotar diretrizes de sustentabilidade (Sarkis & Zhu, 2017). Entretanto, apesar de um esforço valioso, pujante e progressista, ainda há um longo caminho a ser percorrido para que as orientações previstas na sustentabilidade sejam absorvidas pelas empresas, particularmente, empresas industriais. No Brasil, este esforço tem sido relevante, porém, dificuldades macroeconômicas e políticas ainda são fatores que priorizam as atenções das empresas, fazendo com que seus projetos de adoção das diretrizes da sustentabilidade sejam deixados para algum momento no futuro. Ocorre que as pressões internacionais e a crescente conscientização da sociedade brasileira têm gerado questionamentos e situações, embora iniciais, capazes de movimentar as empresas em direção à sustentabilidade. Refletir sobre esta configuração, seus desafios e oportunidades, especificamente para o setor industrial, representa uma relevante contribuição ao progresso consciente e determinado a valorizar aspectos equilibrados do desenvolvimento econômico.

Diante do objetivo de estudar influências sobre o desempenho ambiental sustentável, foram analisadas as relações entre a capacidade tecnológica, o compartilhamento de informação e o desempenho ambiental sustentável. Os resultados obtidos com o processamento estatístico dos dados evidenciam o impacto direto e positivo da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, em concordância com os achados de Das (2017) que encontrou relações significativas entre práticas apoiadas em tecnologias e o desempenho ambiental, expandindo-as para alcançar questões sociais, operacionais e competitivas. Su *et al.* (2013) identificaram impacto positivo causado pela capacidade tecnológica no desempenho competitivo das empresas, afirmando que esta capacidade pode vir a ser direcionada para ampliar a integração das empresas ao contexto em que estão inseridas, especialmente quando essas empresas enfrentam ambientes de negócios turbulentos. A presente pesquisa expande essa visão de Su *et al.* (2013) para envolver o desafio empresarial de incorporar aspectos ambientais ao seu desempenho e identifica influência positiva da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável.

Outro resultado encontrado nesta pesquisa diz respeito ao papel do compartilhamento de informação, atuando como moderadora na relação entre a capacidade tecnológica e o desempenho ambiental sustentável. Hsu *et al.* (2008) estudaram o papel do compartilhamento de informação como fator de impulso ao desempenho competitivo de empresas, identificando que este compartilhamento é efetivado por meio da integração dos sistemas de decisão e dos processos de negócios, porém, não consideraram o posicionamento do compartilhamento de informação como uma variável que interfere na relação entre outras variáveis, observando-se que a qualidade e a disponibilidade da informação podem contribuir para aprimorar o desempenho de outros fatores na organização. A presente pesquisa apresenta evidências de que o compartilhamento de informação contribui para elevar a intensidade de uma relação entre duas variáveis, como é o caso do impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável. O estudo de Cheng e Chen (2016) identificaram que a orientação institucional contribui para melhorar o comportamento e a colaboração dentro da organização, estimulando o desenvolvimento de competências relevantes, aspecto que se alinha aos resultados encontrados no presente estudo, que considera o compartilhamento de informação como uma relevante medida a ser observada pelas empresas para estimular a colaboração organizacional, bem como o aperfeiçoamento de suas competências.

Observa-se que a intensidade do efeito produzido pelo compartilhamento de informação apresenta uma variação ao longo da trajetória retratada neste estudo. Em um momento inicial,

com a maturidade da organização em ascensão, esse compartilhamento influencia positivamente no impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, ou seja, quanto maior a intensidade do compartilhamento de informação, maior o impacto causado pela capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável. No entanto, conforme pode ser observado nas trajetórias registradas no gráfico (Figura 4), estas apresentam tendência a se cruzarem, implicando que, a partir de certa intensidade, o efeito do compartilhamento de informação se anula e, em seguida, passa a ser negativo, ou seja, passa a influenciar negativamente no referido impacto; ou seja, a partir deste ponto, quanto maior for a intensidade do compartilhamento de informação, seu efeito passará a atenuar o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável. Do ponto de vista do desempenho, há um impacto proveniente da capacidade tecnológica que se amplia com o aumento da intensidade do compartilhamento de informação, seguindo-se por um estágio em que o compartilhamento passa a atuar no sentido de amenizar a intensidade do referido impacto. Tal efeito pode ser entendido como o momento em que o excesso de informação ou do tratamento da informação acaba por reduzir o impacto positivo que a capacidade tecnológica tem sobre o desempenho ambiental sustentável, ou seja, o excesso de informação compartilhada passa a ser contraproducente ao desempenho, requerendo medidas por parte dos gestores para que seja controlada de forma a evitar esse excesso. Este achado nesta pesquisa pode revelar uma nova frente de pesquisa, objetivando identificar e delimitar com maior precisão estes momentos, objetivando contribuir para a implementação de medidas de estímulo e de contração no processo de gestão da informação no contexto organizacional.

CONCLUSÃO

Este estudo teve o objetivo de analisar o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável, bem como examinar o efeito moderador do compartilhamento de informação sobre esse impacto. Foram estabelecidas duas hipóteses de pesquisa e desenhado um modelo conceitual para a realização da pesquisa, ambas as hipóteses foram confirmadas com resultados significativos. Os testes estatísticos mostraram que a capacidade tecnológica se relaciona, positiva e significativamente, com o desempenho sustentável, ou seja, quanto maior essa capacidade, maior também é o referido desempenho. Os testes também evidenciaram que o compartilhamento de conhecimento apresenta força para interferir nesse impacto, positiva e significativamente, ou seja, quanto maior o compartilhamento de conhecimento, maior o impacto da capacidade tecnológica sobre o desempenho ambiental sustentável.

Em termos de implicações teóricas, este estudo contribui para o acréscimo de conhecimento novo relacionado aos fatores com potencial para influir no desempenho das empresas, neste caso específico, incrementar o desempenho ambiental sustentável de empresas. A sustentabilidade tem se constituído em um relevante campo de estudo, contribuindo para o desenvolvimento equilibrado da atividade econômica, com impactos ambientais e sociais debatidos e novas ideias sendo lançadas continuamente. Desta forma, o presente estudo busca adicionar uma contribuição a esse conjunto de conhecimentos, esforçando-se para promover o desenvolvimento sustentável.

Quanto às implicações práticas, este estudo pode ser utilizado por gestores, públicos e empresariais, no sentido de incorporar medidas estratégicas para o desenvolvimento de capacidades tecnológicas como forma de impulsionar seu desempenho ambiental sustentável, assim como implementar processos para aprimorar o compartilhamento de informações, tanto no espaço organizacional quanto com o contexto externo, de forma a influenciar positivamente o desempenho. Estes esforços apresentam potencial para incrementar o desempenho

competitivo das empresas e garantir que fundamentos de sustentabilidade sejam integrados às suas estratégias competitivas. Organizações não governamentais podem utilizar os resultados desta pesquisa para incrementar seus modelos e proposições para melhoria da qualidade do crescimento econômico, aliado ao desenvolvimento social e preservação ambiental.

Este estudo apresenta, como limitações, o fato de utilizar amostra não probabilística, impedindo que seja considerada a expansão dos resultados para além dos limites da amostra, impedindo, também, que sejam lançadas inferências sobre a população da qual a amostra foi extraída. Também, neste estudo, foram consideradas apenas relações de impacto e moderação, desconsiderando relações de mediação ou efeitos condicionais. Pesquisas futuras podem explorar este mesmo modelo conceitual com apoio em amostragem probabilística, o que abriria a possibilidade de expansão da amostra e inferências populacionais. Outras possibilidades, como estudos de agrupamentos setoriais ou de segmentos específicos de atividades econômicas, bem como a realização de estudos longitudinais para se verificar o comportamento das variáveis ao longo de determinados períodos de tempo, podem contribuir para ampliar o conhecimento sobre as relações e impactos das variáveis foco deste estudo na gestão das empresas industriais.

REFERÊNCIAS

- Chamsuk, W., Fongsuwan, W., & Takala, J. (2017). The effects of R&D and innovation capabilities on the THAI automotive industry part's competitive advantage: a SEM approach. *Management and Production Engineering Review*, 8(1), 101-112, doi: 10.1515/MPER-2017-0011
- Cheng, J. H., & Chen, M. C. (2016). Influence of institutional and moral orientations on relational risk management in supply chains. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 22, 110-119, doi: 10.1016/j.pursup.2016.01.002
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. [CAPES]. (2017). *Classificação de periódicos quadriênio 2013-2016 – Capes/Qualis*. Disponível em: <https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/veiculoPublicacaoQualis/istaConsultaGeralPeriodicos.jsf>. Acesso em: 28.out.2017
- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. [CAPES]. (2018). *Wiley – fator de impacto*. Recuperado de <http://www.periodicos.capes.gov.br/images/documents/wiley_fator%20de%20impacto_21.01.2015.mp4>. Acesso em 19.set.2018
- Corrar, L.J., Paulo, E., & Dias, J.M. (2017). *Análise multivariada para cursos de administração, ciências contábeis e economia*. São Paulo: Atlas
- Das, D. (2017). Development and validation of a scale for measuring sustainable supply chain management practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 164, 1344-1362, doi: 10.1016/j.jclepro.2017.07.006
- Esendemir, N. (2017). Effect of organizational learning and Technological capability. *Research in Business and Social Science*, 6(4), 48-60, doi: 10.20525/ijrbs.v6i4.747
- Gosling, J., Jia, F., Gong, Y., & Brown, S. (2017). The role of supply chain leadership in the learning of sustainable practice: toward an integrated framework. *Journal of Cleaner Production*, 140, 239-250, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.101
- Gunasekaran, A., Subramanian, N., & Rahman, S. (2015). Green supply chain collaboration and incentives: current trends and future directions. *Transportation Research Part E*, 74, 1-10, doi: 10.1016/j.tre.2015.01.002
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M. & Sarstedt, M. (2014). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Los Angeles: SAGE.

- Hair, J. R., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2010). *Multivariate data analysis*. 7th Ed. New York: Prentice Hall.
- Herrero, F. V., Bustinza, O. F., Parry, G., & Georgantzis, N. (2017). Servitization, digitization and supply chain interdependency. *Industrial Marketing Management*, 60, 69-81, 10.1016/j.indmarman.2016.06.013
- Hsu, C. C., Kannan, V. R., Tan, K. C., & Leong, K. G. (2008). Information sharing, buyer-supplier relationships, and firm performance – a multi-region analysis. *Journal of Physical Distribution & Logistics*, 38(4), 296-310, doi: 10.1108/09600030810875391
- Karre, H., Hammer, M., Kleindienst, M., & Ramsauer, C. (2017). Transition towards an industry 4.0 state of the leanlab at Gaz University of Technology. *7th Conference on Learning Factories – CLF2017*, 206-213, doi: 10.1016/j.promfg.2017.04.006
- Kim, M. G., Hwang, Y. M., & Rho, J. J. (2016). The impact of RFID utilization and supply chain information sharing on supply chain performance: focusing on the moderating role of supply chain culture. *Maritime Economics & Logistics*, 18, 78-100, doi: 10.1057/mel.2015.16
- Luo, H., Sha, S., & Huang, G. (2013). The impact of information and knowledge sharing on the buyer-supplier relationship and performance in electronics industry. *7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control*, Saint Petersburg, Russia, 46(1), 1944-1949, doi 10.3182/20130619-3-RU-3018.00152
- Mrugalska, B., & Wyrwicka, M. K. (2017). Toward lean production in industry 4.0. *7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management*, 182, 466-473, doi: 10.1016/j.proeng.2017.03.135
- Raut, R. D., Narkhede, B., & Gardas, B. B. (2017). To identify the critical success factors of sustainable supply chain management practices in the context of oil and gas industries: ISM approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 33-47, doi: 10.1016/j.rser.2016.09.067
- Rossetti, A.G.; & Morales, A.B.T. (2007). O papel da tecnologia da informação na gestão do conhecimento. *Ciência & Informação*, 36(1), 124-135
- Sachs, I. (2009). *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond
- Sarkis, J., & Zhu, Q. (2017). Environmental sustainability and Production: taking the road less traveled. *International Journal of Production Research*, 1-30, doi: 10.1080/00207543.2017.1365182
- Schilling, M.A. (2013). *Strategic management of technological innovation*. 4th. Ed. New York: McGraw-Hill
- Schniederjans, D. G. (2017). Adoption of 3D-printing technologies in manufacturing: a survey analysis. *International Journal of Production Economics*, 183, 287-298, doi: 10.1016/j.ijpe.2016.11.008
- Song, H., Zhao, C., & Zeng, J. (2017). Can environmental management improve financial performance: an empirical study of a-shares listed companies in China. *Journal of Cleaner Production*, 141, 1051-1056, doi: 10.1016/j.jclepro.2016.09.105
- Su, A., Peng, J., Shen, H., & Xiao, T. (2013). Technological capability, marketing capability, and firm performance in turbulent conditions. *Management and Organizational Review*, 9(1), 115-137, doi: 10.1111/j.1740-8784.2011.00280.x
- Teece, D. J., & Linden, G. (2017). Business models, value capture, and the digital enterprise. *Journal of Organizational Design*, 6(8), 1-14, doi: 10.1186/s41469-017-0018-x
- Vieira, V.A.; & Faia, V.S. (2014). Efeitos moderadores duplos e triplos na análise de regressão. *XXXVIII Encontro da ANPAD*, Rio de Janeiro, 1-16
- Voudouris, I., Lioukas, S., Iatrelli, M., & Caloghirou, Y. (2012). Effectiveness of technology investment: impact of internal Technological capability, networking and investment's

- strategic importance. *Technovation*, 32, 400-414, doi: 10.1016/j.technovation.2012.04.001
- Wu, Y. C., Lin, B. W., & Chen, C. J. (2013). How do internal openness and external openness affect innovation capabilities and firm performance? *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(4), 704-716.
- Zhou, K. Z., & Wu, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 31, 547-561, doi: 10.1002/smj.830
- Zhu, Q., Sarkis, J., & Lai, K. (2013). Institutional-based antecedents and performance outcomes of internal and external green supply chain management practices. *Journal of Purchasing & Supply Management*, 19, 106-117, doi: 10.1016/j.pursup.2012.12.001