

Capacidades e Desempenho Inovador na Indústria Brasileira de Maquinário Agrícola

Estêvão Passuello Ruffoni¹ 
Fernanda Maciel Reichert¹ 

Resumo

Objetivo – Este estudo identifica como fabricantes brasileiros de máquinas agrícolas combinam diferentes capacidades para inovar. Essa indústria tem potencial para aumentar a produtividade na agricultura, um setor que é marcadamente relevante no Brasil, um dos principais produtores de alimentos e de commodities agrícolas do mundo.

Referencial teórico – As empresas foram abordadas através das lentes de um modelo com quatro capacidades de inovação (desenvolvimento, operação, gestão e transação). Pesquisas anteriores sobre inovação no setor de máquinas e equipamentos foram aprofundadas para dar apoio aos resultados obtidos.

Metodologia – Para identificar as combinações das capacidades de inovação, a técnica fuzzy-set QCA (análise qualitativa comparativa) foi empregada. Os dados foram coletados por meio de uma pesquisa realizada com 103 empresas brasileiras.

Resultados – Os fabricantes de máquinas agrícolas inovam por meio de duas combinações de capacidades: desenvolvimento, operação e gestão (DC*OC*MC) ou operação e transação (OC*TC). A inovação surge quando a excelência na fabricação é complementada por melhorias nos produtos existentes e nos processos gerenciais (DC*OC*MC), ou nas habilidades de negociação e nos processos de comercialização (OC*TC).

Implicações práticas e sociais da pesquisa – Pesquisas anteriores já haviam identificado que o setor de máquinas e equipamentos, em economias emergentes, é focado em melhorias relacionadas à produção. Entretanto, o presente estudo mostra que isso não é suficiente para as empresas inovarem. Como implicação prática, são indicadas duas trajetórias para as empresas de máquinas agrícolas alcançarem um alto desempenho inovador.

Contribuições – As pesquisas sobre inovação na indústria de máquinas e equipamentos geralmente apenas objetivam entender como as empresas desenvolvem novos produtos e novos processos de fabricação. O estudo preenche essa lacuna, abordando o setor por meio de uma visão mais ampla, mostrando a relevância do desenvolvimento de novos processos gerenciais e transacionais para essas empresas.

Palavras-chave: Inovação, capacidades de inovação, setor de máquinas e equipamentos, máquinas agrícolas, fsQCA.

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, Departamento de Ciências da Administração, Porto Alegre, Brasil

Como citar:

Ruffoni, E. P., & Reichert, F. M. (2022). Capacidades e desempenho inovador na indústria brasileira de maquinário agrícola. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 24(2), p.275-293. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v24i2.4168>

Recebimento:

08/02/2021

Aprovação:

12/11/2021

Editor responsável:

Prof. Dr. Flávio Macau

Processo de avaliação:

Double Blind Review

Revisores:

Guilherme Brittes Benitez;

José Cabral; Tobias Parente



Revista Brasileira de Gestão de Negócios

<https://doi.org/10.7819/rbgn.v24i2.4168>

I Introdução

O setor de máquinas e equipamentos tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico (Magacho & McCombie, 2017), tanto que a aquisição de maquinário é um indicador amplamente utilizado para avaliar a atividade de inovação das empresas (Dutrénit et al., 2019; Goedhuys & Veugelers, 2012). Dado o potencial desta indústria para promover o progresso econômico, este estudo tem o objetivo de identificar como firmas brasileiras de máquinas agrícolas utilizam suas capacidades para conseguir um alto desempenho em inovação.

O avanço tecnológico dos equipamentos gera consideráveis ganhos em produtividade, estando associado ao quarto estágio da revolução industrial, a Indústria 4.0 (Frank et al., 2019) e a Agricultura 4.0 (Wolfert et al., 2017). A produtividade na agricultura é crucial para o abastecimento mundial de alimentos, especialmente devido à crescente demanda e ao impacto da mudança climática nas condições de plantio (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017). Isso torna o segmento de máquinas agrícolas particularmente relevante para um futuro sustentável, ainda mais no Brasil, um dos maiores produtores de alimentos e commodities agrícolas no mundo (Vieira & Fishlow, 2017).

A maioria dos estudos sobre inovação na indústria de máquinas e equipamentos busca entender como novos produtos (Acha et al., 2004; Dan et al., 2018) ou novos processos de produção (Asadi et al., 2019; Forrester et al., 2010) são desenvolvidos. A servitização – a incorporação de serviços aos produtos, a qual pode levar a inovações em produtos, em processos gerenciais ou em processos comerciais – é frequentemente explorada nesse setor (Baines et al., 2019). Um conjunto menos representativo de estudos foca exclusivamente em inovações organizacionais, especialmente em novos métodos de gestão de projetos de desenvolvimento de equipamentos (Hobday, 2000).

Entretanto, ainda permanecem lacunas importantes na literatura. Seria útil, por exemplo, saber em que medida as inovações em produtos e em processos, bem como inovações organizacionais e comerciais, se relacionam com o desempenho inovador no setor de máquinas e equipamentos. Em outras palavras, como firmas da indústria de máquinas e equipamentos combinam diferentes tipos de inovação para ter sucesso?

Como as empresas precisam desenvolver suas capacidades para inovar (Figueiredo et al., 2020; Lall, 1992; Teece, 2018), e como cada tipo de inovação emerge

da construção de uma capacidade específica (Francis & Bessant, 2005; Guan & Ma, 2003; Janssen et al., 2016), a abordagem das capacidades de inovação foi utilizada neste estudo. Fabricantes de máquinas agrícolas foram analisados por meio de um modelo de quatro capacidades de inovação da firma: desenvolvimento (inovação em produto), operação (inovação em processo), gestão (inovação organizacional) e transação (inovação comercial) (Zawislak et al., 2012).

Os resultados obtidos oferecem contribuições teóricas, práticas e metodológicas. A presente pesquisa identifica que a capacidade de operação, sozinha, não é capaz de garantir um alto desempenho inovador, complementando estudos anteriores, os quais sugerem que fabricantes de máquinas e equipamentos, em economias emergentes, apenas focam em inovações em processos de produção (Hobday & Rush, 2007; Kiamehr et al., 2015). Para inovar, as empresas combinam a capacidade de operação com as capacidades de desenvolvimento e de gestão (DC*OC*MC), ou com a capacidade de transação (OC*TC). Portanto, além de desenvolver novos processos de produção, os fabricantes de máquinas agrícolas também buscam melhorar seus produtos e métodos gerenciais, além dos procedimentos comerciais. Para identificar as combinações de capacidades, foi empregada uma técnica analítica emergente – fuzzy-set QCA (análise qualitativa comparativa), também conhecida como fsQCA.

Além desta introdução, o trabalho tem cinco seções. A seção 2 está dividida em duas subseções: a subseção 2.1 apresenta uma revisão de literatura sobre capacidades de inovação da firma, e o modelo de capacidades de inovação utilizado, ao passo que a subseção 2.2 resume pesquisas sobre inovação no setor de máquinas e equipamentos, aprofundando as características específicas do segmento agrícola. A seção 3 explica os procedimentos de pesquisa adotados, enquanto a seção 4 apresenta os resultados e as discussões. Por fim, a seção 5 resume os achados, explora as implicações teóricas e práticas, identifica as limitações do estudo, e sugere ideias para novas pesquisas.

2 Base teórica

2.1 Capacidades de inovação da firma

As capacidades de uma firma consistem em conjuntos de recursos e rotinas relacionadas ao desenvolvimento, à fabricação e à comercialização de produtos, bem como à gestão do negócio (Dosi et al., 2004). De acordo com

Teece (2007), as capacidades dinâmicas da firma percebem as mudanças no mercado, e a adaptam à estas por meio da aquisição ou reconfiguração de rotinas e recursos, processo pelo qual a inovação emerge (Teece, 2018).

Há um número considerável de pesquisas sobre capacidades focadas na inovação tecnológica – ou seja, capacidades para desenvolver novos produtos ou novos processos de produção (Figueiredo et al., 2020; Lall, 1992; Zhou & Wu, 2010). O desenvolvimento de serviços pode ser englobado nesse mesmo conjunto de estudos, já que serviços são definidos como produtos intangíveis (Janssen et al., 2016). Outros estudos adotam uma abordagem mais ampla, também considerando as capacidades da firma para inovar em estratégias organizacionais e de marketing, e em processos gerenciais e transacionais (Francis & Bessant, 2005; Guan & Ma, 2003; Lawson & Samson, 2001).

O presente estudo emprega o modelo de capacidades de inovação da firma proposto por Zawislak et al. (2012), porque ele sintetiza essas abordagens anteriores, sem perder uma perspectiva ampla. De acordo com Zawislak et al. (2012), toda firma tem quatro capacidades, cada uma associada a um tipo específico de inovação: desenvolvimento (inovação em produto), operação (inovação em processo), gestão (inovação organizacional) e transação (inovação comercial).

A *capacidade de desenvolvimento* diz respeito aos recursos e rotinas da firma relacionados ao desenvolvimento de produtos (Zawislak et al., 2018). Ela consiste em procedimentos cujo objetivo é monitorar, absorver, criar e incorporar novas tecnologias nos produtos (Lall, 1992; Nagano et al., 2014; Zhou & Wu, 2010). Sendo assim, essa capacidade resulta de melhorias incrementais em produtos existentes, como melhorias na qualidade ou no design, ao desenvolvimento de produtos completamente novos, os quais possuem novas características e funcionalidades tecnológicas (Figueiredo et al., 2020).

A *capacidade de operação* refere-se aos recursos e rotinas da firma para aumentar a eficiência dos processos de produção (Reichert et al., 2016). Ela compreende atividades de engenharia de processo (Figueiredo et al., 2020; Lall, 1992), bem como de planejamento, programação, controle e execução da produção (Hopp & Spearman, 2021). Consequentemente, essa capacidade resulta em novos procedimentos de fabricação, layouts de áreas de fabricação, métodos de programação da produção, ou sistemas de controle da qualidade, que proporcionam menores custos e maior eficiência operacional (Moldner et al., 2020).

A *capacidade de gestão* engloba os recursos e rotinas da firma para aumentar a eficiência dos processos gerenciais e de tomada de decisão (Zawislak et al., 2018). Envolve o desenvolvimento de novas estratégias e de novos modelos de negócio (Bonazzi & Zilber, 2014; Lawson & Samson, 2001), além da implementação de novos sistemas de gestão (Fierro Moreno et al., 2015), como de softwares ERP (Enterprise Resources Planning) (Sedera et al., 2016). Essa capacidade resulta em um uso mais efetivo de recursos humanos, materiais e financeiros (Lee et al., 2017).

A *capacidade de transação* diz respeito aos recursos e rotinas da firma orientados a melhorar suas transações com o mercado. Compreende procedimentos para desenvolver marcas, prospectar clientes, vender e distribuir produtos (Guan & Ma, 2003; Kamboj & Rahman, 2017), assim como procedimentos para buscar, selecionar e avaliar fornecedores (Li et al., 2016). Essa capacidade resulta em novas estratégias de marketing e novos processos de comercialização, bem como em novas formas de organizar a cadeia de suprimentos e novas técnicas de compra (Francis & Bessant, 2005; Zawislak et al., 2012).

Para identificar as combinações de capacidades que levam fabricantes de máquinas agrícolas a conseguir um alto desempenho inovador, a próxima seção analisa os estudos sobre inovação nessa indústria.

2.2 A inovação no setor de máquinas e equipamentos

De acordo com a Organisation for Economic Co-operation and Development (2016), o setor de máquinas e equipamentos investe quantias significativas em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Considerando os diferentes segmentos, os investimentos variam de 6% da receita anual, nas empresas de equipamentos de transporte, a 30%, nos fabricantes de aeronaves. O segmento de máquinas agrícolas investe aproximadamente 7% da receita em P&D (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2016), o que permite um alto nível de inovação tecnológica.

O desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos pode aumentar a produtividade de vários setores usuários e é fundamental para o progresso tecnológico (Magacho & McCombie, 2017). Recentemente, a incorporação de softwares, hardwares e inteligência artificial nos equipamentos levou a um aumento da automação, precisão e eficiência para os setores usuários,

caracterizando uma nova fase da industrialização, a assim chamada Indústria 4.0 (Muller et al., 2018) e a Agricultura 4.0 (Wolfert et al., 2017).

Melhorias incrementais nos produtos, como no design das máquinas (Dan et al., 2018) e a modularização dos equipamentos, também têm sido destacadas nos estudos. A modularidade dos produtos permite a customização em massa – a oferta de produtos customizados sem perda da economia de escala, o que é obtido através do projeto de poucos componentes modulares que podem ser montados em uma grande variedade de produtos finais (Asadi et al., 2019; Trentin et al., 2015). A customização em massa pode ser caracterizada como uma inovação tanto de produto quanto de processo, porque a modularização dos produtos simplifica o planejamento e controle da produção, e reduz os tempos de setup (Qi et al., 2020).

No segmento de máquinas agrícolas, frequentemente uma empresa fabrica uma ampla variedade de produtos, como tratores, plantadeiras, fertilizadoras, colheitadeiras e diversos implementos (por ex., arados e roçadeiras). Como a demanda por esses produtos varia ao longo do ano, de acordo com o calendário de plantio (Vian et al., 2013), a customização em massa pode oferecer uma importante vantagem competitiva.

De acordo com Acha et al. (2004), fabricantes de máquinas e equipamentos tendem a inovar mais em processos de produção, do que em produtos. Isso ocorre principalmente em economias emergentes, nas quais as atividades de desenvolvimento de produto são geralmente limitadas à replicação de equipamentos projetados por matrizes no exterior (Dosi et al., 2004; Galhardi & Zacarelli; 2005; Hobday & Rush, 2007; Reichert & Zawislak, 2014). Nas empresas brasileiras de máquinas agrícolas, as atividades de desenvolvimento de produto tendem a ser focadas na adaptação dos equipamentos às características locais do solo e do clima (Toledo & Simões, 2010). Também são empresas fortemente orientadas à melhoria dos processos de produção, por meio da implementação de técnicas de fabricação enxuta (Forrester et al., 2010).

No entanto, a inovação no setor de máquinas e equipamentos não está restrita apenas à inovação tecnológica. Vários estudos exploram como fabricantes de maquinário otimizam processos gerenciais, especialmente aqueles envolvidos na gestão de projetos de produtos, com o objetivo de reduzir os altos custos e tempos de desenvolvimento de produtos observados no projeto de equipamentos (Acha et al., 2007; Hobday, 2000).

Outro tipo de inovação frequentemente explorado nesse setor é a servitização – a incorporação de serviços aos produtos. Como isso exige que as empresas modifiquem diversas rotinas, do desenvolvimento de produtos aos processos de venda, a servitização pode resultar em inovações em produto, bem como em inovações organizacionais e comerciais (Baines et al., 2019). Com relação à indústria de máquinas e equipamentos, os pacotes de serviço oferecidos aos usuários geralmente variam de complementos simples, como serviços de suporte técnico, até adições mais complexas, como serviços de P&D (Jovanovic et al., 2019).

Para Frank et al. (2019), serviços de P&D ofertados por fabricantes de máquinas e equipamentos objetivam melhorar os produtos dos clientes através de incrementos customizados nos equipamentos, e geralmente são oferecidos como um complemento à máquinas com hardwares e softwares embarcados para coletar, armazenar e analisar dados de produção, tecnologias necessárias para sua provisão (Frank et al., 2019). Serviços de P&D são definidos como um serviço avançado, nos quais reside o maior potencial para inovação via servitização (Sjödin et al., 2016).

Embora a literatura sobre inovação na indústria de máquinas e equipamentos explore os efeitos e as características de diferentes tipos de inovação, há a necessidade de uma abordagem mais integrada. O modelo de quatro capacidades de inovação – desenvolvimento, operações, gestão e transações – pode oferecer insights mais amplos e profundos sobre como firmas do segmento de máquinas agrícolas articulam esses tipos de inovação para obter um desempenho inovador superior. A próxima seção apresenta os procedimentos metodológicos adotados neste estudo.

3 Métodos

Para identificar as combinações de capacidades que permitem às empresas alcançar um alto desempenho inovador, foi empregada a técnica da fuzzy-set QCA (análise qualitativa comparativa), também conhecida como fsQCA. A fsQCA, como as técnicas *crisp-set* (csQCA) e *multi-value* (mvQCA), é baseada na álgebra booleana (Ragin, 1987) e tem ganhado visibilidade em pesquisas sobre gestão (Roig-Tierno et al., 2017). De acordo com Parente e Federo (2019) há três requisitos para empregar as técnicas QCA: perspectiva configuracional, complexidade causal e conhecimento dos casos.

Enquanto a perspectiva configuracional pressupõe que um resultado possa ocorrer através de uma combinação de causas, a complexidade causal sugere que diferentes combinações destas podem levar ao mesmo resultado (Cheng et al., 2013). Considerando isto, a QCA identifica combinações de padrões que precisam estar presentes para que um dado resultado ocorra (Fiss et al., 2013). Ao supor que um alto desempenho inovador pode ser alcançado por meio de diferentes combinações de capacidades, a abordagem da QCA se adequa bem à teoria das capacidades da firma e ao objetivo desta pesquisa. Tanto que, na literatura de gestão, as técnicas de QCA têm sido frequentemente adotadas para identificar combinações de capacidades de inovação da firma (Ganter & Hecker, 2014; Reichert et al., 2016; Sjödin et al., 2016).

De acordo com Rihoux (2006), a técnica fsQCA, em particular, é adequada para amostras grandes, nas quais há menor necessidade de conhecimento dos casos, uma vez que estas permitem resultados generalizáveis. Para Pappas e Woodside (2021), a fsQCA proporciona duas opções aos pesquisadores: I) identificar padrões entre poucos casos, e explorá-los por meio de um profundo conhecimento de cada caso; II) identificar padrões generalizáveis entre muitos casos, empregando a fsQCA como uma alternativa às abordagens estatísticas tradicionais baseadas em correlações, como a análise da regressão (Vis, 2012). Seguindo diversos outros estudos, esta pesquisa adota a segunda opção (Gaspar et al., 2020; Leischnig & Kasper-Brauer, 2015; Tho & Trang, 2015).

3.1 Coleta de dados

Um questionário foi empregado para coletar os dados (Apêndice), com as capacidades e o desempenho inovador das empresas sendo medidos por variáveis em escala Likert de 5 pontos, e variáveis categóricas sendo utilizadas para identificar as características complementares das empresas, como receita anual e número de funcionários. Todas as variáveis são baseadas no modelo de capacidades de inovação de Zawislak et al. (2012) e já foram aplicadas em estudos anteriores (Reichert et al., 2016; Ruffoni et al., 2018).

A pesquisa foi realizada com fabricantes brasileiros de máquinas agrícolas entre agosto e outubro de 2018. Todas as empresas contatadas estavam listadas no catálogo da Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul (FIERGS), o qual lista apenas empresas baseadas no estado do Rio Grande do Sul. Embora isso possa representar um viés, já

que apenas um dos 26 estados brasileiros foi contemplado, o Rio Grande do Sul concentra importantes empresas do setor (Confederação Nacional da Indústria, 2020), caracterizando uma representação importante do Brasil como um todo.

Para iniciar o processo de coleta de dados, as empresas foram primeiro contatadas por telefone para agendar uma entrevista com representantes em posição de tomada de decisão – proprietários, CEOs ou gerentes – porque pessoas nessas posições geralmente têm uma percepção ampla da dinâmica da empresa. Assim, no dia agendado, o entrevistador ligava novamente e enviava o questionário por e-mail, para que o participante pudesse segui-lo durante a entrevista. Das 187 empresas no segmento de maquinário agrícola, 106 questionários foram respondidos. Como uma observação foi registrada quatro vezes devido a uma falha no sistema durante a coleta, três questionários repetidos foram excluídos. Com 103 questionários validados, a taxa de resposta foi de 55%.

Com base em intervalos de receita anual (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2019), 16,5% das empresas na amostra são microempresas (receita menor ou igual a R\$ 360 mil), 59% são pequenas empresas (receita entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões), 16,5% são empresas médias (receita entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões) e 8% são grandes empresas (receita superior a R\$ 300 milhões). Portanto, as micro e pequenas empresas representam 75% da amostra. O perfil dos participantes foi o seguinte: gerente industrial (43%); proprietário (31%); coordenador de engenharia (13%); gerente de outros departamentos, como administrativo, financeiro, recursos humanos, logística, marketing ou vendas (8%) e; CEO (5%).

3.2 Análise dos dados

A influência do método de medição sobre a variância foi avaliada com a técnica de fator único de Harman. Utilizando o software Statistical Package for Social Science (SPSS), todas as variáveis da escala Likert para as capacidades de inovação e desempenho inovador foram fixadas em um único fator, que explicou 31,3% da variância total. Esse valor indica um impacto baixo do método de medição, não comprometendo os resultados (Tehseen et al., 2017).

Como estudos anteriores já demonstraram a convergência e a validade das variáveis utilizadas neste estudo, por meio da análise fatorial exploratória (Reichert et al.,

Tabela 1
Análise da validade convergente

Construto	Tipo	Número de variáveis	Alfa de Cronbach
Capacidade de desenvolvimento (DC)	Condição causal	7	0,771
Capacidade de operação (OC)	Condição causal	9	0,789
Capacidade de gestão (MC)	Condição causal	7	0,836
Capacidade de transação (TC)	Condição causal	6	0,743
Desempenho inovador (IP)	Resultado	3	0,926

2016; Ruffoni et al., 2018), a validade convergente foi analisada apenas para garantir sua conformidade com os dados obtidos. Com o uso do software Smart Partial Least Square 3.0 (Smart PLS 3.0), um modelo formativo foi elaborado para medir o Alfa de Cronbach de cada construto (Gaspar et al., 2020; Sjödin et al., 2016). Foi obtido um Alfa de Cronbach maior do que 0,70 para todos os construtos (Tabela 1), considerando-se a convergência como aceitável (Hair et al., 2014). Nenhuma das variáveis foi desconsiderada para obter esses valores.

Finalizados os testes de impacto do método e da validade convergente, a análise de dados foi realizada com o software fsQCA 3.0. De acordo com Ragin et al. (2017), a fsQCA considera cada condição causal (capacidades) e o resultado (desempenho inovador) como conjuntos, e as observações (empresas) como membros destes conjuntos. Basicamente, as combinações das condições causais necessárias para o resultado são determinadas pelo grau em que as observações pertencem às áreas de intersecção entre os conjuntos de condições causais e o conjunto do resultado, bem como pelo percentual de observações nessas intersecções (Ragin et al., 2017).

Para determinar em que medida uma observação pertence a um conjunto, os dados precisam ser calibrados de acordo com uma escala *fuzzy* que varia de 0,05 a 0,95 (em que: 0,05 = observação não pertence ao conjunto; 0,50 quando ela pertence parcialmente e; 0,95 quando ela pertence totalmente) (Ragin et al., 2017). Como cada construto foi medido pela média de suas variáveis (especificadas no Apêndice), e as variáveis foram medidas utilizando escalas Likert de 5 pontos, os valores dos construtos também variam de 1 a 5. Assim, seguindo Cheng et al. (2013), Leischnig e Kasper-Brauer (2015) e Tho e Trang (2015), a calibração foi realizada por meio da correspondência direta entre as escalas Likert e *fuzzy* (em que: 1 = a observação não pertence ao conjunto; 3 = ela pertence parcialmente e; 5 = ela pertence totalmente).

Com os dados calibrados, a fsQCA monta uma tabela verdade, listando todas as combinações possíveis

de condições causais para o resultado, das quais existem dezesseis, já que há quatro condições ($2^4 = 16$). Para validar a tabela verdade, as combinações sem observações alocadas (Kuehn et al., 2017) e aquelas com consistência bruta inferior a 0,900 foram eliminadas. Para Ragin et al. (2017), quando combinações possuem uma consistência bruta inferior a 0,800, isso significa que elas possuem poucas observações, o que representa uma falta de consistência que afeta a solução final.

Quando a tabela verdade é validada, a fsQCA gera três soluções: complexa, parcimoniosa e intermediária. A solução intermediária foi considerada, por ser a mais facilmente interpretável (Ragin et al., 2017). Para apoiar os resultados, foram empregadas técnicas estatísticas descritivas, como frequência e percentual (Hair et al., 2014).

4 Resultados e discussões

A solução obtida pela fsQCA pode conter várias combinações de condições causais, e é avaliada através de indicadores de consistência e de cobertura. Para Hsiao et al. (2015), indicadores de consistência medem a interdependência entre a solução e o resultado, de maneira similar à correlação estatística, enquanto indicadores de cobertura medem o poder explanatório da solução, sendo semelhantes ao R^2 .

O fsQCA avalia a solução medindo o grau em que as observações pertencem a cada combinação de condições causais (*consistência*) e a todas combinações da solução (*consistência da solução*). O fsQCA também analisa o percentual das observações cobertas por cada combinação (*cobertura bruta*) e por todas as combinações da solução (*cobertura da solução*). Além disso, o fsQCA mede a *cobertura única* – o percentual de observações cobertas por apenas uma combinação de solução, isto é, que não são cobertas por várias combinações (Ragin et al., 2017).

Uma condição causal pode ser considerada necessária – quando deve estar presente para a ocorrência do resultado – ou suficiente – quando por si só é capaz

de ocasionar o resultado (Ragin et al., 2017). A Tabela 2 detalha a análise das condições causais necessárias, enquanto a Tabela 3 especifica a análise de suficiência.

Para uma condição causal ser necessária, sua consistência deve ser maior ou igual a 0,900 (Carraro et al., 2019; Sjödin et al., 2016). Alguns pesquisadores são mais flexíveis quanto a isso, considerando um limite de 0,800 (Schneider et al., 2010). Logo, a Tabela 2 demonstra que as quatro capacidades podem ser consideradas necessárias para um elevado desempenho inovador. Embora a consistência da capacidade de desenvolvimento seja inferior a 0,900, ela está acima do limite de 0,800.

A Tabela 3 indica que nenhuma condição causal é suficiente, porque elas precisam estar combinadas entre si para a ocorrência do resultado (Ragin et al., 2017). Para considerar uma combinação de condições causais válida, os valores de sua consistência e cobertura bruta devem ser superiores a 0,850 e 0,250, respectivamente (Rihoux & Ragin, 2008). Do mesmo modo, a consistência e a cobertura da solução devem ser superiores a 0,750 e 0,250 (Woodside, 2013). A Tabela 3 mostra que todas essas linhas de corte foram superadas.

Portanto, fabricantes brasileiros de máquinas agrícolas inovam por meio de duas combinações de capacidades: DC*OC*MC (capacidades de desenvolvimento,

operação e gestão) ou OC*TC (capacidades de operação e de transação). A presença da capacidade de operação em ambas as combinações sugere empresas que buscam aumentar sua eficiência operacional (Moldner et al., 2020), reforçando a percepção de que fabricantes de máquinas e equipamentos, de economias emergentes, são focados em inovar no processo de produção (Acha et al., 2004; Kiamehr et al., 2015). Entretanto, um elevado desempenho inovador não pode ser alcançado apenas por meio da capacidade de operação.

Para melhor explorar as combinações obtidas, a Tabela 4 apresenta características das empresas englobadas pelas capacidades, tais como o gatilho para o desenvolvimento de produtos, a idade média do parque fabril, o foco da gestão, critérios de precificação e melhorias recentes. Os percentuais foram calculados considerando o número total de observações na amostra ($n = 103$).

A Tabela 4 mostra que a inovação em processos ocorre principalmente por meio de melhorias nos processos de fabricação (44,7%) e da aquisição de equipamentos (30,1%). Na maioria das empresas, o maquinário utilizado na produção tem, em média, 6 a 10 anos de idade (59,2%), o que pode ser considerado novo, já que a idade média do parque industrial brasileiro, considerando diferentes setores industriais, é de 17 anos (Instituto de

Tabela 2
Análise das condições causais necessárias

Condições causais	Resultado: Desempenho inovador (IP)	
	Consistência	Cobertura
Capacidade de desenvolvimento (DC)	0,897	0,892
Capacidade de operação (OC)	0,934	0,889
Capacidade de gestão (MC)	0,948	0,886
Capacidade de transação (TC)	0,961	0,880

Tabela 3
Análise das condições causais suficientes

Condições causais	Resultado: Desempenho inovador (IP)	
	I	II
Capacidade de desenvolvimento (DC)	●	
Capacidade de operação (OC)	●	●
Capacidade de gestão (MC)	●	
Capacidade de transação (TC)		●
Consistência	0,906	0,902
Cobertura bruta	0,873	0,920
Cobertura única	0,009	0,057
Consistência global da solução	0,898	
Cobertura global da solução	0,929	

Nota. ● = A condição causal deve estar presente para a ocorrência do resultado.

Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 2019). Esse foco na capacidade de operação também pode indicar uma tendência de adotar práticas de produção enxuta, como a SMED (*Single Minute Exchange of Die*, ou troca

rápida de ferramenta), Kanban e Poka-Yoke, para reduzir tempos de setup, níveis de estoque, sucatas e retrabalhos, em um esforço para atingir a excelência operacional (Forrester et al., 2010).

Tabela 4
Análise das características das capacidades de inovação

Capacidade	Característica	%	
Capacidade de desenvolvimento (DC)	Cumprimento de exigências legais	9,7%	
	Solicitações de clientes	46,6%	
	Gatilhos para o desenvolvimento de produtos	Melhorias nos produtos existentes	23,3%
		Aumento do portfólio de produtos	7,8%
		Invenção	11,7%
	Não respondeu	1,0%	
	Total	100%	
	Melhoria recente relacionada ao produto	Redução dos custos de fabricação de produtos existentes	26,2%
		Melhoria da qualidade de produtos existentes	47,6%
		Desenvolvimento de novos produtos, com maior valor agregado	24,3%
Não respondeu		1,9%	
Total		100%	
Capacidade de operação (OC)	Até 5 anos	15,5%	
	Idade média do parque industrial	De 6 a 10 anos	59,2%
		11 anos ou mais	22,3%
		Não respondeu	2,9%
	Total	100%	
	Melhoria recente relacionada à produção	Nos processos de fabricação	44,7%
		Aquisição de maquinário e de equipamentos	30,1%
		Mudanças no sistema e no layout da produção	23,3%
		Não respondeu	1,9%
		Total	100%
Capacidade de gestão (MC)	Redução do custo, aumento da eficiência e melhoria contínua	81,6%	
	Cumprimento de metas	13,6%	
	Foco gerencial	Integração entre áreas e mudança organizacional	4,9%
		Não respondeu	0,0%
		Total	100%
	Melhoria recente relacionada à gestão	Nos sistemas e técnicas de gestão	49,5%
		Na estratégia comercial	27,2%
		No organograma e nos cargos da organização	13,6%
		Na infraestrutura administrativa	8,7%
		Não respondeu	1,0%
Total	100%		
Capacidade de transação (TC)	Determinados pelo mercado	33,0%	
	Critérios de precificação	Determinados pelos custos ou por Mark-Up	60,2%
		Determinados pela marca	6,8%
		Não respondeu	0,0%
	Total	100%	
	Melhoria recente relacionada à transação	Nos métodos de negociação com os clientes e fornecedores	35,0%
		Na estrutura de preços	18,4%
		Nos processos de venda	26,2%
		Nos processos de pós-venda	8,7%
		Nos canais de distribuição	10,7%
Nos processos de compra		0,0%	
Não respondeu		1,0%	
Total	100%		

A combinação DC*OC*MC, apesar da presença da capacidade de desenvolvimento, sugere que as empresas apenas conduzem melhorias incrementais nos produtos, porque a maioria das melhorias neste sentido visam reduzir custos de fabricação ou aumentar a qualidade dos produtos existentes (26,2% e 47,6%, respectivamente, totalizando 73,8%), e não são muito orientadas para criação de novos produtos (24,3%). Além disso, a capacidade de desenvolvimento parece ser bastante reativa às necessidades do mercado, já que o desenvolvimento de produto é principalmente acionado por fatores externos às empresas, como o cumprimento de exigências legais ou de solicitações dos clientes (9,7% e 46,6%, respectivamente, totalizando 56,3%). Sendo assim, é muito provável que uma parcela considerável dos aproximadamente 8% de receita investidos em atividades de P&D pelas empresas – um valor similar aos 7% estimados para esse setor pela Organisation for Economic Co-operation and Development (2016) – seja aplicada em inovações nos processos de produção.

A presença das capacidades de desenvolvimento e de operação em conjunto indica a aplicação de princípios de customização em massa, isto é, a otimização de processos de fabricação por meio do projeto de produtos modulares (Qi et al., 2020). Embora alguns autores relatem a incorporação de práticas de customização em massa em fabricantes de máquinas e equipamentos (Asadi et al., 2019; Trentin et al., 2015), são necessárias análises mais específicas para assumir esse pressuposto.

A presença da capacidade de gestão na combinação DC*OC*MC aponta para esforços de melhoria de procedimentos administrativos. As empresas tendem a focar suas atividades de gestão na redução de custos, no aumento da eficiência ou na melhoria contínua (81,3%). Por outro lado, elas fazem muito pouco para implementar novas estratégias de negócio, já que poucas delas priorizam mudanças organizacionais (4,9%). Como as principais mudanças ocorrem em sistemas e técnicas (49,5%), parece que as empresas buscam adotar novos softwares de gestão ou atualizar os existentes (Sedera et al., 2016), como softwares ERP (planejamento de recursos empresariais), mas principalmente softwares MRP (planejamento de recursos materiais), devido à presença conjunta da capacidade de operação. Além disso, a presença da capacidade de desenvolvimento indica que as empresas também buscam otimizar seus processos de gestão de projetos, visando reduzir custos e tempos de desenvolvimento (Hobday, 2000).

Já a combinação OC*TC, dada a presença da capacidade de transação, indica empresas com foco na melhoria da comercialização de produtos (Kamboj & Rahman, 2017) por meio de mudanças em processos de venda (26,2%), de pós-venda (8,7%) e de distribuição (10,7%), bem como na estrutura de preços (18,4%). Entretanto, pouco esforço é realizado para melhorar as relações com fornecedores (Zawislak et al., 2018), já que o único item que mostra modificações neste aspecto são as metodologias de negociação (35%). Nenhuma empresa indicou mudanças em seus processos de compra.

Uma capacidade de transação orientada aos consumidores pode levar à servitização, isto é, à adição de serviços aos produtos (Baines et al., 2019). No entanto, a ausência das capacidades de desenvolvimento e de gestão nessa combinação sugere a incorporação de serviços que apenas envolvem mudanças em processos de comercialização, como serviços de assistência técnica, que simplesmente complementam os equipamentos (Jovanovic et al., 2019). As empresas provavelmente não oferecem serviços que requeiram alterações tecnológicas nos equipamentos e mudanças complexas no seu modelo de negócio, estratégia e proposição de valor, como os serviços de P&D, os quais podem melhorar os produtos e processos dos clientes (Frank et al., 2019). Entretanto, estudos mais específicos sobre a servitização nesse setor são necessários para confirmar essa hipótese.

Ainda em relação à combinação OC*TC, as empresas baseiam seus critérios de precificação principalmente nos custos internos (60,2%), ao invés de baseá-los nos preços impostos pelo mercado (33%). Isto sugere que elas têm um forte poder de barganha em relação aos seus clientes. A presença conjunta das capacidades de transação e de operação indica que esse poder de barganha é sustentado não apenas por habilidades de negociação, mas também pela eficiência operacional, como rápidos tempos de entrega e alta qualidade dos produtos.

A Tabela 5 sintetiza os resultados, indicando as principais características em cada combinação de capacidades que fabricantes de máquinas agrícolas devem desenvolver ou melhorar para conseguir um elevado desempenho inovador.

Os achados mostram que, embora a capacidade de operação seja central para as empresas conseguirem um alto desempenho inovador, ela sozinha é insuficiente. Embora aquisições de equipamentos na fronteira tecnológica ou aplicações de práticas de produção enxuta, promovam o desenvolvimento de novos processos e reduzam custos

Tabela 5
Principais características das combinações de capacidades para um alto desempenho inovador

Capacidades	Combinações	
	DC*OC*MC	OC*TC
Capacidade de desenvolvimento (DC)	<ul style="list-style-type: none"> • Adapta os produtos para atender solicitações de clientes e exigências legais. • Melhora a qualidade dos produtos existentes. 	
Capacidade de operação (OC)	<ul style="list-style-type: none"> • Adquire equipamentos tecnologicamente atualizados. • Incorpora práticas de produção enxuta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Adquire equipamentos tecnologicamente atualizados. • Incorpora práticas de produção enxuta.
Capacidade de gestão (MC)	<ul style="list-style-type: none"> • Melhora os processos gerenciais. • Melhora os métodos de gestão de projeto. • Adquire ou atualiza softwares de gestão. 	
Capacidade de transação (TC)		<ul style="list-style-type: none"> • Melhora os métodos de negociação. • Melhora os processos de venda, de pós-venda e de distribuição. • Reestrutura os métodos de precificação.

de fabricação, eles não levam à inovação sem as outras capacidades. Para tanto, as empresas escolhem entre duas trajetórias: combinar a capacidade de operação com as capacidades de desenvolvimento e de gestão (DC*OC*MC), ou com a capacidade de transação (OC*TC).

Na combinação DC*OC*MC, a excelência na manufatura é complementada por melhorias incrementais nos produtos e pela otimização de processos de gestão, especialmente os envolvidos no projeto de produtos e no planejamento da produção, por meio da aquisição ou atualização de softwares. Na combinação OC*TC, as empresas utilizam sua eficiência operacional para melhorar suas habilidades de negociação com os clientes, também melhorando seus processos de venda, de pós-venda e de distribuição, assim criando vantagens competitivas e reestruturando seus procedimentos de precificação para aumentar seus lucros.

5 Conclusão

É importante entender a inovação na indústria de máquinas e equipamentos devido seu papel na disseminação de progresso tecnológico para setores usuários. Empresas inovadoras do segmento de máquinas agrícolas podem suportar o desenvolvimento de processos mais produtivos e sustentáveis, fazendo os produtores agrícolas avançarem em direção à Agricultura 4.0. Isso é especialmente relevante no Brasil, um dos maiores produtores de alimentos e de commodities agrícolas do mundo. Entretanto, a literatura sobre a indústria de máquinas e equipamentos possui uma grande lacuna em relação à inovação – a falta de uma análise abrangente do potencial desse setor para

gerar novos produtos, novos processos, novos modelos e estratégias de gestão, e novas formas de negociar com o mercado.

Foram identificadas duas combinações de capacidades que proporcionam aos fabricantes de máquinas agrícolas um elevado desempenho inovador: DC*OC*MC (capacidades de desenvolvimento, operação e gestão) e OC*TC (capacidades de operação e de transação). Esses resultados possuem contribuições acadêmicas e gerenciais. Em termos acadêmicos, o estudo abre uma nova perspectiva sobre fabricantes de máquinas e equipamentos em economias emergentes. Embora estudos anteriores tenham identificado que empresas desta indústria tendem a focar em inovações em processos de produção, um resultado da capacidade de operação, a presente pesquisa mostra que apenas essa capacidade não é suficiente para que as empresas alcancem um desempenho inovador superior. Em termos gerenciais, os resultados mostram dois caminhos para que fabricantes de máquinas agrícolas obtenham altos níveis de inovação, portanto as empresas podem decidir pelo caminho mais adequado para o sucesso de seus negócios.

Os resultados também confirmam a percepção de que fabricantes brasileiros de máquinas agrícolas se concentram em copiar e adaptar projetos de máquinas desenvolvidas no exterior para os climas e solos locais. Embora ao fazê-lo as empresas inovem, uma estratégia focada no desenvolvimento de equipamentos inteiramente novos pode permitir a elas alcançar a liderança mundial e um desempenho inovador ainda maior. Para oferecer ganhos significativos de produtividade para produtores, os fabricantes de máquinas agrícolas precisam estabelecer

atividades de P&D associadas à incorporação de softwares, hardwares e inteligência artificial aos equipamentos. Do contrário, setores usuários podem optar pela aquisição de maquinário importado para migrar para a Agricultura 4.0, e os fabricantes brasileiros correm o risco de perder competitividade. O apoio de políticas públicas de estímulo à inovação também é um ponto importante nesse aspecto.

Este estudo possui duas limitações. Em primeiro lugar, a análise considera apenas as capacidades da firma, não incluindo efeitos de outros elementos, como proximidade geográfica, contextos institucionais ou políticas macroeconômicas, no desempenho inovador da empresa. Em segundo lugar, embora a amostra seja representativa (com uma taxa de resposta de 55%), ela é restrita a apenas uma região do Brasil. Outras regiões do Brasil ou outros países não foram explorados.

Em pesquisas futuras, essas duas limitações podem ser superadas por meio da adoção de variáveis de controle e de análise multi-grupos. Além disso, neste estudo, a fsQCA foi empregada para identificar padrões de combinações de causas em uma grande amostra, com conhecimento limitado dos casos. Estudos futuros também podem empregar a fsQCA para identificar padrões em poucos fabricantes de máquinas agrícolas, e explorá-los com base em maior conhecimento dos casos. Por fim, pesquisas futuras devem aprofundar a análise sobre a customização em massa e a servitização como tipos de inovação na indústria de máquinas e equipamentos. Esses aspectos estão fortemente associados à transformação digital e à transição das empresas em direção à Indústria 4.0. Embora os resultados sugiram elementos de customização em massa (DC*OC*MC) e de servitização (OC*TC), são necessárias pesquisas mais específicas para melhor explorar essas percepções.

Referências

- ACHA, V., BRUSONI, S., & PRENCIPE, A. (2007). Exploring the miracle: Strategy and management of the knowledge base in the aeronautics industry. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 4(1), 15-39. <http://dx.doi.org/10.1142/S021987700700093X>.
- ACHA, V., DAVIES, A., HOBDAV, M., & SALTER, A. (2004). Exploring the capital goods economy: Complex product system in UK. *Industrial and Corporate Change*, 13(3), 505-529. <http://dx.doi.org/10.1093/icc/dth020>.
- ASADI, N., JACKSON, M., & FUNDIN, A. (2019). Implications of realizing mix flexibility in assembly systems for product modularity: A case study. *Journal of Manufacturing Systems*, 52, 13-22. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.04.010>.
- BAINES, T. S., BIGDELI, A. Z., SOUSA, R., & SCHROEDER, A. (2019). Framing the servitization transformation process: A model to understand and facilitate the servitization journey. *International Journal of Production Economics*, 221, 1-16. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.036>.
- Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. (2019). *Quem pode ser cliente*. <https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/guia/quem-pode-ser-cliente/>
- BONAZZI, F. L. Z., & ZILBER, M. A. (2014). Inovação e modelo de negócio: Um estudo de caso sobre a integração do funil de inovação e o modelo Canvas. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 16(53), 616-637. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v16i53.1812>.
- CARRARO, R., MENESES, R., & BRITO, C. (2019). Combinação de categorias de práticas de controle de gestão para o alto desempenho de start-ups. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 21(4), 861-878. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v21i5.4022>.
- CHENG, C. F., CHANG, M. L., & LI, C. S. (2013). Configural paths to successful product innovation. *Journal of Business Research*, 66(12), 2561-2573. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.10.006>.
- Confederação Nacional da Indústria – CNI. (2020). <http://perfildaindustria.portaldaindustria.com.br/estado/rs>
- DAN, S. M., SPAID, B. I., & NOBLE, C. H. (2018). Exploring the sources of design innovations: Insights from the computer, communications and audio equipment industries. *Research Policy*, 47(8), 1495-1504. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2018.05.004>.
- DOSI, G., FAILLO, M., & MARENGO, L. (2004). Organizational capabilities, patterns of knowledge accumulation and governance structures in business firms. *Organization Studies*, 29(8), 1165-1185. <http://dx.doi.org/10.1177/0170840608094775>.

DUTRÉNIT, G., NATERA, J. M., ANYUL, M. P., & VERA-CRUZ, A. O. (2019). Development profiles and accumulation of technological capabilities in Latin America. *Technological Forecasting and Social Change*, 145, 396-412. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2018.03.026>.

FIERRO MORENO, E., CANTÚ MATA, J. L., MARTÍNEZ BELLO, J., & HERNÁN LÓPEZ, O. (2015). Predictores de la innovación administrativa: Funciones y métodos organizacionales en hospitales de México y de Colombia. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 17(54), 806-821. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v17i54.1820>.

FIGUEIREDO, P. N., LARSEN, H., & HANSEN, U. E. (2020). The role of interactive learning in innovation capability building in multinational subsidiaries: A micro-level study of biotechnology in Brazil. *Research Policy*, 49(6), 103995. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2020.103995>.

FISS, P., SHARAPOV, D., & CRONQVIST, L. (2013). Opposites attract? Opportunities and challenges for integrating large-n QCA and econometric analysis. *Political Research Quarterly*, 66(1), 191-234. <http://dx.doi.org/10.1177/1065912912468269e>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2017). *The state of food and agriculture: Leveraging food system for inclusive rural transformation*. <http://www.fao.org/3/a-i7658e.pdf>

FORRESTER, P. L., SHIMIZU, U. K., SORIANO-MEIER, H., GARZA-REIS, J. A., & BASSO, L. F. C. (2010). Lean production, market-share and value creation in the agricultural machinery sector in Brazil. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(7), 853-871. <http://dx.doi.org/10.1108/17410381011077955>.

FRANCIS, D., & BESSANT, J. (2005). Targeting innovation and implications for capability development. *Technovation*, 25(3), 171-183. <http://dx.doi.org/10.1016/j.technovation.2004.03.004>.

FRANK, A., MENDES, G. H. S., AYALA, N. F., & GHEZZI, A. (2019). Servitization and industry 4.0 convergence in the digital transformation of product firms: A business model innovation perspective. *Technological*

Forecasting and Social Change, 141, 341-351. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2019.01.014>.

GALHARDI, A. C., & ZACARELLI, S. B. (2005). Inovação e imitação tecnológica como estratégia competitiva. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 7(17), 23-29. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v7i17.32>.

GANTER, A., & HECKER, A. (2014). Configurational paths to organizational innovation: Qualitative comparative analyses of antecedents and contingencies. *Journal of Business Research*, 67(6), 1285-1292. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2013.03.004>.

GASPAR, R. M., HENRIQUES, P. L., & CORRENTE, A. R. (2020). Trust in financial markets: The role of the human element. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 22(3), 647-668. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v22i3.4072>.

GOEDHUYTS, M., & VEUGELERS, R. (2012). Innovation strategies, process and product innovations and growth: Firm level evidence from Brazil. *Structural Change and Economic Dynamics*, 23(4), 516-529. <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2011.01.004>.

GUAN, J., & MA, N. (2003). Innovative capability and export performance of chinese firms. *Technovation*, 23(9), 737-747. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(02\)00013-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(02)00013-5).

HAIR, J. F., BLACK, W. C., BABIN, B. J., ANDERSON, R. E., & TATHAM, R. L. (2014). *Multivariate data analysis*. London: Pearson.

HOBDDAY, M. (2000). The project-based organisation: An ideal form for managing complex products and systems? *Research Policy*, 29(7-8), 871-893. [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333\(00\)00110-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7333(00)00110-4).

HOBDDAY, M., & RUSH, H. (2007). Upgrading the technological capabilities of foreign transnational subsidiaries in developing countries: The case of electronics in Thailand. *Research Policy*, 36(9), 1335-1356. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2007.05.004>.

HOPP, W., & SPEARMAN, M. (2021). The lenses of lean: Visioning the science and practice of efficiency. *Journal of Operations Management*, 67(5), 610-626. <http://dx.doi.org/10.1002/joom.1115>.

- HSIAO, J. P., JAW, C., HUAN, T. C., & WOODSIDE, A. G. (2015). Applying complexity theory to solve hospitality contrarian case conundrums. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 27(4), 608-647. <http://dx.doi.org/10.1108/IJCHM-11-2013-0533>.
- Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial – IEDI. (2019). *A indústria do futuro no Brasil e no mundo*. https://iedi.org.br/media/site/artigos/20190311_industria_do_futuro_no_brasil_e_no_mundo.pdf
- JANSSEN, M. J., CASTALDI, C., & ALEXIEV, A. (2016). Dynamic capabilities for service innovation: Conceptualization and measurement. *R & D Management*, 46(4), 797-811. <http://dx.doi.org/10.1111/radm.12147>.
- JOVANOVIC, M., RAJA, J., VISNJIC, I., & WIENGARTEN, F. (2019). Paths to service capability development for servitization: Examining an internal service ecosystem. *Journal of Business Research*, 104, 472-485. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.05.015>.
- KAMBOJ, S., & RAHMAN, Z. (2017). Market orientation, marketing capabilities and sustainable consumption: The mediating role of sustainable consumption and competitive advantage. *Management Research Review*, 40(6), 698-724. <http://dx.doi.org/10.1108/MRR-09-2014-0225>.
- KIAMEHR, M., HOBDAI, M., & HAMED, M. (2015). Latecomer firm strategies in complex product systems (CoPS): The case of Iran's thermal electricity generation systems. *Research Policy*, 44(6), 1240-1251. <http://dx.doi.org/10.1016/j.respol.2015.02.005>.
- KUEHN, D., CROISSANT, A., KAMERLING, J., LUEDERS, H., & STRECKER, A. (2017). Conditions of civilian control in new democracies: An empirical analysis of 28 'third wave' democracies. *European Political Science Review*, 9(3), 425-447. <http://dx.doi.org/10.1017/S1755773916000011>.
- LALL, S. (1992). Technological capabilities and industrialization. *World Development*, 20(2), 165-186. [http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X\(92\)90097-F](http://dx.doi.org/10.1016/0305-750X(92)90097-F).
- LAWSON, B., & SAMSON, D. (2001). Developing innovation capability in organizations: A dynamic capabilities approach. *International Journal of Innovation Management*, 5(3), 377-400. <http://dx.doi.org/10.1142/S1363919601000427>.
- LEE, R., LEE, J., & GARRET, T. (2017). Synergy effects of innovation on firm performance. *Journal of Business Research*, 99, 507-515. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2017.08.032>.
- LEISCHNIG, A., & KASPER-BRAUER, K. (2015). Employee adaptive behavior in service enactments. *Journal of Business Research*, 68(2), 273-280. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.07.008>.
- LI, X., WU, Q., HOLSAPPLE, C. W., & GOLDSBY, T. (2016). An empirical examination of firm financial performance along dimensions of supply chain resilience. *Management Research Review*, 40(3), 254-269. <http://dx.doi.org/10.1108/MRR-02-2016-0030>.
- MAGACHO, G. R., & MCCOMBIE, J. S. L. (2017). A sectoral explanation of per capita income convergence and divergence: Estimating Verdoorn's law for countries at different stages of development. *Cambridge Journal of Economics*, 2018(42), 917-934. <http://dx.doi.org/10.1093/cje/bex064>.
- MOLDNER, A. K., GARZA-REYES, J. A., & KUMAR, V. (2020). Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance. *Journal of Business Research*, 106, 233-249. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.002>.
- MULLER, J. M., BULIGA, O., & VOIGT, K. I. (2018). Fortune favors the prepared: How SMEs approach business model innovation in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, 132, 2-17. <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2017.12.019>.
- NAGANO, M. S., STEFANOVITZ, J. P., & VICK, T. E. (2014). Caracterização de processos e desafios de empresas industriais brasileiras na gestão da inovação. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, 16(51), 163-179. <http://dx.doi.org/10.7819/rbgn.v16i51.1426>.
- Organisation for Economic Co-operation and Development – OECD. (2016). *OECD taxonomy for economic activities based on R&D intensity* (OECD Science, Technology and Industry Working Papers). Paris: OECD Publishing. <http://doi.org/10.1787/18151965>.

- PAPPAS, I., & WOODSIDE, A. (2021). Fuzzy-set qualitative comparative Analysis (fsQCA): Guidelines for research practice in information systems and marketing. *International Journal of Information Management*, 58, 3-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2021.102310>.
- PARENTE, T. C., & FEDERO, R. (2019). Qualitative comparative analysis: Justifying a neo-configurational approach in management research. *RAUSP Management Journal*, 54(4), 399-412. <http://dx.doi.org/10.1108/RAUSP-05-2019-0089>.
- QI, Y., MAO, Z., ZHANG, M., & GUO, H. (2020). Manufacturing practices and servitization: The role of mass customization and product innovation capabilities. *International Journal of Production Economics*, 228, 2-10. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107747>.
- RAGIN, C. C. (1987). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. Los Angeles: University of California Press.
- RAGIN, C. C., PATROS, T., STRAND, S., & RUBINSON, C. (2017). *User's guide to fuzzy-set/qualitative comparative analysis*. Tucson: University of Arizona.
- REICHERT, F. M., & ZAWISLAK, P. A. (2014). Technological capability and firm performance. *Journal of Technology Management & Innovation*, 9(4), 20-35. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242014000400002>.
- REICHERT, F. M., TORUGSA, A. N., ZAWISLAK, P. A., & ARUNDEL, A. (2016). Exploring innovation success recipes in low-technology firms using fuzzy-set QCA. *Journal of Business Research*, 69(11), 5437-5441. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.151>.
- RIHOUX, B. (2006). Qualitative comparative analysis (QCA) and related systematic comparative methods: Recent advances and remaining challenges for social science research. *International Sociology*, 21(5), 679-706. <http://dx.doi.org/10.1177/0268580906067836>.
- RIHOUX, B., & RAGIN, C. C. (2008). *Configurational comparative methods: Qualitative comparative analysis (QCA)*. Los Angeles: Sage Publications.
- ROIG-TIERNO, N., GONZALEZ-CRUZ, T. F., & LLOPIS-MARTINEZ, J. (2017). An overview of qualitative comparative analyses: A bibliometric analyses. *Journal of Innovation & Knowledge*, 2(1), 15-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jik.2016.12.002>.
- RUFFONI, E., D'ANDREA, F., CHAVES, J., ZAWISLAK, P., & TELLO-GAMARRA, J. (2018). R&D investment and the arrangement of innovation capabilities in Brazilian manufacturing firms. *Journal of Technology Management & Innovation*, 13(4), 74-83. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242018000400074>.
- SCHNEIDER, M. R., SCHULZE-BENTROP, C., & PAUNESCU, M. (2010). Mapping the institutional capital of high-tech firms: A fuzzy-set analysis of capitalist variety and export performance. *Journal of International Business Studies*, 41(2), 246-266. <http://dx.doi.org/10.1057/jibs.2009.36>.
- SEDERA, D., LOKUGE, S., GROVER, V., SARKER, S., & SARKER, S. (2016). Innovating with enterprise systems and digital platforms: A contingency resource-based theory. *Information & Management*, 53(3), 366-379. <http://dx.doi.org/10.1016/j.im.2016.01.001>.
- SJÖDIN, D. R., PARIDA, V., & KOHTAMÄKI, M. (2016). Capability configurations for advanced service offerings in manufacturing firms: Using fuzzy-set qualitative comparative analyses. *Journal of Business Research*, 69(11), 5330-5335. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.04.133>.
- TEECE, D. (2007). Explicating dynamic capabilities: The nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. *Strategic Management Journal*, 28(13), 1319-1350. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.640>.
- TEECE, D. (2018). Dynamic capabilities as (workable) management systems theory. *Journal of Management & Organization*, 24(3), 359-368. <http://dx.doi.org/10.1017/jmo.2017.75>.
- TEHSEEN, S., RAMAYAH, T., & SAJILAN, S. (2017). Testing and controlling for common method variance: A review of available methods. *Journal of Management Sciences*, 4(2), 142-168. <http://dx.doi.org/10.20547/jms.2014.1704202>.
- THO, N. D., & TRANG, N. T. M. (2015). Can knowledge be transferred from business schools to business organizations through in-service training students? SEM and fsQCA

findings. *Journal of Business Research*, 68(6), 1332-1340. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2014.12.003>.

TOLEDO, J. C., & SIMÕES, J. M. S. (2010). Gestão do desenvolvimento de produto em empresas de pequeno e médio porte do setor de máquinas e implementos agrícolas do Estado de São Paulo. *Revista Gestão e Produção*, 17(2), 257-269. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-530X2010000200004>.

TRENTIN, A., FORZA, C., & PERIN, E. (2015). Embeddedness and path dependence of organization capabilities for mass customization and green management: A longitudinal case study in the machinery industry. *International Journal of Production Economics*, 169, 253-276. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.08.011>.

VIAN, C. E. F., ANDRADE Jr., A. M., BARICELO, L. G., & SILVA, R. P. (2013). Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 51(4), 719-744. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-20032013000400006>.

VIEIRA Fo., J. E. R., & FISHLOW, A. (2017). *Agricultura e indústria no Brasil: Inovação e competitividade*. Brasília: Ipea.

VIS, B. (2012). The comparative advantages of fsQCA and regression analysis for moderately large-N analyses. *Sociological Methods & Research*, 41(1), 168-198. <http://dx.doi.org/10.1177/0049124112442142>.

WOLFERT, S., GE, L., VERDOUW, C., & BOGAARDT, M. J. (2017). Big data in smart farming: A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023>.

WOODSIDE, A. G. (2013). Moving beyond multiple regression analysis to algorithms: Calling for adoption of a paradigm shift from symmetric to asymmetric thinking in data analysis and crafting theory. *Journal of Business Research*, 66(4), 463-472. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbusres.2012.12.021>.

ZAWISLAK, P. A., ALVES, A., TELLO-GAMARRA, J., BARBIEUX, D., & REICHERT, F. M. (2012). Innovation capability: From technology development to transaction capability. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(2), 14-27. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-27242012000200002>.

ZAWISLAK, P. A., FRACASSO, E., & TELLO-GAMARRA, J. (2018). Technological intensity and innovation capability in industrial firms. *Innovation & Management Review*, 15(2), 189-207. <http://dx.doi.org/10.1108/INMR-04-2018-012>.

ZHOU, K. Z., & WU, F. (2010). Technological capability, strategic flexibility, and product innovation. *Strategic Management Journal*, 31, 547-561. <http://dx.doi.org/10.1002/smj.830>.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO

CAPACIDADE DE DESENVOLVIMENTO

Sua empresa...	Discorda totalmente			Concorda totalmente	
Projeta seus próprios produtos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Monitora as tendências tecnológicas mais recentes do setor.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utiliza métodos formais de gestão de projeto (Stage-Gate, PMBOK, funil da inovação etc.).	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Adapta tecnologias em uso para suas próprias necessidades.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Faz o protótipo de seus próprios produtos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Desenvolve produtos em parceria com institutos de ciência e tecnologia.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Lança seus próprios produtos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

O que estimula o desenvolvimento do produto (escolha uma opção)?

- () Cumprimento das exigências legais () Solicitações dos clientes () Melhorias nos produtos existentes
 () Aumento do portfólio de produtos () Invenção

As melhorias mais recentes relacionadas ao produto são (escolha uma opção):

- () Desenvolvimento de novos produtos, com maior valor agregado () Melhoria da qualidade dos produtos existentes () Redução dos custos de fabricação dos produtos existentes

CAPACIDADE DE OPERAÇÃO

Sua empresa...	Discorda totalmente			Concorda totalmente	
Formaliza os procedimentos de planejamento e controle da produção.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Mantém o controle estatístico dos processos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utiliza equipamentos modernos, na fronteira tecnológica do setor.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Mantém um nível apropriado de estoque de materiais para os processos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Realiza os processos produtivos conforme a programação.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Estabelece uma rotina produtiva que não gera retrabalho.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Entrega os produtos no prazo.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Expande a capacidade instalada sempre que necessário.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Garante que o processo não gere a devolução de produtos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

As melhorias mais recentes relacionadas à produção são (escolha uma opção):

- () Nos processos de fabricação () Aquisição de maquinário e de equipamentos () Nos sistemas de produção
 () No layout () Nova planta industrial

Qual é a idade média (em anos) das máquinas e equipamentos em uso? _____.

CAPACIDADE DE GESTÃO

Sua empresa...	Discorda totalmente			Concorda totalmente	
Define formalmente seus objetivos estratégicos todos os anos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Integra todas as áreas com a tecnologia da informação.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Padroniza e documenta diferentes procedimentos de trabalho.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Atualiza suas ferramentas e técnicas de gestão.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Mantém os funcionários adequadamente treinados para suas funções de trabalho.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utiliza práticas modernas de gestão financeira.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Inclui responsabilidades sociais e ambientais em sua agenda estratégica.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

O principal foco gerencial da empresa é (escolha uma opção):

- () Redução de custo () Aumento da eficiência () Melhoria contínua
 () Cumprimento de metas () Integração entre as áreas () Mudança organizacional

As melhorias mais recentes relacionadas à gestão são (escolha uma opção):

- () Nos sistemas e técnicas de gestão () Na estratégia comercial
 () No organograma () Nos cargos e salários
 () No conselho de administração e no corpo de gerentes () Na infraestrutura administrativa (base física e equipamentos)

CAPACIDADE DE TRANSAÇÃO

Sua empresa...	Discorda totalmente			Concorda totalmente	
Realiza pesquisas formais para monitorar o mercado.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Impõe suas condições de negociação a seus fornecedores.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Impõe seus preços no mercado.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Impõe suas condições de negociação a seus clientes.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Realiza pesquisas para medir a satisfação dos clientes.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
Utiliza critérios formais para a seleção de fornecedores.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Como o preço é determinado (escolha uma opção)?

- () Pela concorrência () Pelos custos internos () Pelos consumidores
 () Pela marca () Por Mark-up

As melhorias mais recentes relacionadas à transação são (escolha uma opção):

- () No atendimento aos clientes () Na negociação
 () Nos canais de venda () Na distribuição dos produtos
 () Na precificação () Nos procedimentos de compra
 () Nos procedimentos de venda () No pós-venda

DESEMPENHO INOVADOR

Em sua empresa...	Discorda totalmente			Concorda totalmente	
O lucro líquido cresceu continuamente nos últimos 3 anos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
A participação no mercado cresceu continuamente nos últimos 3 anos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
A receita cresceu continuamente nos últimos 3 anos.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

DADOS GERAIS

Receita anual aproximada da empresa no último exercício (escolha uma opção):

Inferior ou igual a R\$ 360 mil

Entre R\$ 360 mil e R\$ 4,8 milhões

Entre R\$ 4,8 milhões e R\$ 300 milhões

Acima de R\$ 300 milhões

Qual percentual da receita anual é investido em pesquisa e desenvolvimento (P&D)? _____

Agências de fomento:

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS)

Conflito de interesse:

Os autores não possuem conflito de interesse a declarar.

Copyrights:

A RBGN detém os direitos autorais deste conteúdo publicado.

Análise de plágio:

A RBGN realiza análise de plágio em todos os seus artigos no momento da submissão e após a aprovação do manuscrito por meio da ferramenta iThenticate.

Autores:

1. Estêvão Passuello Ruffoni, Mestre em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil.

E-mail: epruffoni@hotmail.com

2. Fernanda Maciel Reichert, PhD em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil.

E-mail: fernanda.reichert@ufrgs.br

Contribuição dos autores:

1º autor: Definição do problema da pesquisa; Desenvolvimento das hipóteses ou questões da pesquisa (estudos empíricos); Definição dos procedimentos metodológicos; Coleta de Dados; Revisão da literatura; Análise estatística; Análise e interpretação dos dados; Revisão crítica do manuscrito; Redação do manuscrito.

2º autor: Definição do problema da pesquisa; Desenvolvimento das hipóteses ou questões da pesquisa (estudos empíricos); Definição dos procedimentos metodológicos; Revisão da literatura; Análise estatística; Análise e interpretação dos dados; Revisão crítica do manuscrito; Redação do manuscrito.