



Revista de Administração de Empresas

ISSN: 0034-7590

ISSN: 2178-938X

Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de S.Paulo

Santos, Paulo Henrique Amorim; Martins, Roberto Antonio
SISTEMAS DE MEDAÇÃO DE DESEMPENHO E DESPERDÍCIO
DE ALIMENTOS: RÉVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Revista de Administração de Empresas, vol. 61, núm. 5, e2020-0466, 2021
Fundação Getulio Vargas, Escola de Administração de Empresas de S.Paulo

DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-759020210505>

Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155169685007>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais informações do artigo
- Site da revista em redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Informação Científica Redalyc

Rede de Revistas Científicas da América Latina e do Caribe, Espanha e Portugal

Sem fins lucrativos acadêmica projeto, desenvolvido no âmbito da iniciativa
acesso aberto

ARTIGOS

Submetido 31.05.2020. Aprovado 30.11.2020

Avaliado pelo sistema double blind review. Editores convidados: Luciana Marques Vieira, Marcia Dutra de Barcellos, Gustavo Porpino de Araujo, Mattias Eriksson, Manoj Dora e Daniele Eckert Matzembacher

Versão original | DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-759020210505>

SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO E DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Food waste and performance measurement systems: A systematic review of the literature

Sistemas de medición de desempeño y desperdicio de alimentos: Una revisión sistemática de la literatura

Paulo Henrique Amorim Santos¹ | phas223@gmail.com | ORCID: 0000-0003-4735-7747

Roberto Antonio Martins¹ | ram@dep.ufscar.br | ORCID: 0000-0002-9168-1416

¹Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia de Produção, São Carlos, SP, Brasil

RESUMO

Este artigo apresenta uma análise da produção científica da medição de desempenho e do desperdício de alimentos, bem como as tendências e os desafios no campo. O desperdício de alimentos contribui para aumentar a insegurança alimentar e consome recursos financeiros e naturais escassos. Entretanto, existem inúmeras dificuldades para medir o desperdício em nível agregado, e as várias formas utilizadas nas empresas não têm abordagem sistêmica. Uma revisão sistemática da literatura foi realizada com o uso de bibliometria para direcionar análise de conteúdo. Os resultados apontam para uma falta de artigos com ênfase nos sistemas de medição de desempenho voltados para toda a cadeia de suprimentos com enfoque em sustentabilidade, melhoria e aprendizagem. A aplicação de tecnologias digitais nos sistemas de medição de desempenho é uma tendência observada. Isso é uma janela de oportunidades para desenvolvimento de pesquisas com o objetivo de quantificar melhor o desperdício de alimentos, que pode contribuir para a redução da insegurança alimentar.

PALAVRAS-CHAVE | Desperdício de alimentos, perda de alimentos, segurança alimentar, sistemas de medição de desempenho, revisão sistemática da literatura.

ABSTRACT

This paper aims to present an analysis of the scientific output on performance measurement and food waste as well as the trends and challenges in the field. Food waste increases food insecurity and misuses scarce natural and financial resources. However, there are many difficulties in measuring waste at the aggregate level, and the various ways used in companies lack a systemic approach. A systematic literature review was conducted using bibliometrics to guide the content analysis. The results indicate a lack of articles focusing on performance measurement systems for the whole supply chain with an emphasis on sustainability. The application of digital technologies to performance measurement systems is a trend that was observed. That opens an opportunity for research that aims to better quantify food waste and contribute to reduce food insecurity.

KEYWORDS | Food waste, food loss, performance measurement systems, food security, systematic literature review.

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis de la producción científica sobre la medición de desempeño y el desperdicio de alimentos, así como las tendencias y desafíos. El desperdicio de alimentos contribuye a aumentar la inseguridad alimentaria y consume los escasos recursos financieros y naturales. Sin embargo, existen innumerables dificultades para medir el desperdicio a nivel agregado y las diversas formas utilizadas en las empresas no tienen un enfoque sistemático. Se realizó una revisión sistemática utilizando bibliometría para dirigir el análisis de contenido. Los resultados apuntan a la falta de artículos con énfasis en sistemas de medición de desempeño dirigidos a toda la cadena de suministro con un enfoque en la sostenibilidad, la mejora y el aprendizaje. Se observa una tendencia a la aplicación de tecnologías digitales en los sistemas de medición de desempeño. Esto es una ventana de oportunidades para el desarrollo de investigaciones con el fin de cuantificar mejor el desperdicio de alimentos que puede contribuir a reducir la inseguridad alimentaria.

PALABRAS CLAVE | Desperdicio de alimentos, pérdida de alimentos, seguridad alimentaria, sistemas de medición de desempenho, revisión sistemática de la literatura.

INTRODUÇÃO

Os alimentos são desperdiçados em toda a cadeia de suprimentos, desde a produção agrícola e pecuária até o consumo final. Um dos primeiros estudos que estimou o desperdício de alimentos teve como foco o desperdício de água para produzir alimentos, e a estimativa foi que a metade da produção de alimentos é perdida (Lundqvist, Fraiture, & Molden, 2008). Já a estimativa global mais citada na literatura estima a perda em aproximadamente um terço dos alimentos produzidos para consumo humano. Isso equivale a cerca de 1,3 bilhão de toneladas por ano, enquanto se estima que mais de 820 milhões de pessoas passam fome (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, Otterdijk, & Meybeck, 2011; Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2019). Outro estudo confirmou essa fração de perdas e desperdícios somente para alimentos de origem agrícola (Kummu et al., 2012). Contudo, a estimativa global está em processo de atualização pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Existe a previsão de que a população global se aproximará a 10 bilhões de pessoas até 2050, o que acarretará um aumento da necessidade de alimentos disponíveis para consumo (Searchinger et al., 2018). Embora o crescimento populacional ocorra principalmente nos países em desenvolvimento, os países desenvolvidos também enfrentam problemas de insegurança na distribuição de alimentos, com dificuldade para fornecer alimentos suficientes para todos os seus elos (Buzby & Hyman, 2012). Assim, não basta aumentar a produção e reduzir o desperdício, é necessário garantir a disponibilidade dos alimentos, bem como os acessos econômico e físico (FAO, 2008). Além disso, nesse cenário de aumento populacional, o uso eficiente dos terrenos agrícolas, água e a conservação da biodiversidade são um desafio global (Lundqvist et al., 2008; Tscharntke et al., 2012).

Além disso, o desperdício de alimentos é importante por causa dos recursos financeiros e naturais despendidos na produção, armazenamento e transporte de alimentos (Buzby & Hyman, 2012; Gustavsson et al., 2011). Como exemplo, cita-se o grande consumo de água e petróleo todos os anos (Hall, Guo, Dore, & Chow, 2009; Lundqvist et al., 2008). Vale ressaltar que é vital considerar quais são os níveis realistas e desejáveis de consumo para a produção de alimentos, considerando a escassez de água (Lundqvist et al., 2008). A compreensão do valor dessas perdas é importante para reduzir o desperdício de alimentos e aumentar a eficiência das cadeias de suprimento alimentares. Além disso, existem externalidades negativas ao longo de todo o ciclo de vida que afetam a sociedade e o meio ambiente com emissões de gases de efeito estufa, poluição do ar e da água, erosão do solo, salinização e esgotamento de nutrientes (Buzby & Hyman, 2012).

Até 2009, pouca discussão foi dedicada à questão do desperdício de alimentos (Hall et al., 2009). As possíveis causas de desperdício de alimentos são numerosas e altamente dependentes do contexto socioeconômico e cultural em que os atores da cadeia alimentar operam (Cicatiello, Franco, Pancino, & Blasi, 2016). Existe uma dificuldade de quantificar o desperdício de alimentos ao nível nacional em praticamente todos os países (Hall et al., 2009). Os dados existentes são escassos, dispersos, de qualidade desconhecida ou representatividade limitada, o que torna imprescindível melhorar as bases de evidências e superar os desafios de coleta de dados (FAO, 2019). Esse é um desafio a ser superado para mensurar os indicadores “Índice de perda de alimentos” (indicador 12.3.1.a) e “Índice de desperdício de alimentos” (indicador 12.3.1.b) do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável “Consumo e Produção Responsável” da Agenda 2030 proposta pelos 193 países membros das Nações Unidas. A ONU reconhece que garantir a alimentação global sustentável é um dos desafios contemporâneos da humanidade, e reduzir o desperdício de alimentos é um de seus objetivos para alcançar um mundo mais sustentável até 2030 (Department of Economic and Social Affairs, 2016; West et al., 2014).

Se existe dificuldade de quantificar as perdas e os desperdícios no nível agregado, o mesmo é esperado para as cadeias de suprimentos e empresas. As medidas de desempenho utilizadas atualmente não ajudam a

identificar as causas do desperdício, uma vez que tratam apenas do custo, da eficiência e da disponibilidade (Kaipia, Dukovska-Popovska, & Loikkaken, 2013). É importante desenvolver mais investigações sobre o desempenho da cadeia de suprimentos sustentável (Kaipia et al., 2013). Todavia, esse panorama não mudou muito, uma vez que a gestão de desperdícios da cadeia de suprimentos agroalimentícia pode ser um novo e interessante subtópico da gestão sustentável de cadeias de suprimentos alimentícias (Luo, Ji, Qiu e Jia, 2018).

Não existe, na literatura, uma revisão sistemática que aborde o desperdício de alimentos sob a ótica de sistemas de medição de desempenho (SMDs). Neste estudo, SMD é o processo de definir objetivos, desenvolver um conjunto de medidas de desempenho, coletar, analisar, reportar, interpretar, revisar e agir em dados sobre o desempenho (Bititci, Bourne, Cross, Nudurupati, & Sang, 2018). Nesse contexto, duas questões de pesquisa são propostas:

- QP1: Qual é o atual estado da pesquisa científica relacionada aos sistemas de medição de desempenho no desperdício de alimentos?
- QP2: Quais são os desafios e as tendências na implantação dos sistemas de medição de desempenho no desperdício de alimentos?

Perante o exposto, o objetivo do artigo é, portanto, analisar criticamente a produção intelectual da medição de desempenho no desperdício de alimentos, verificando seu impacto e suas tendências a partir de uma revisão sistemática da literatura.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os conceitos que fundamentam este artigo são o desperdício de alimentos e os SMDs. A seguir, será apresentada uma breve fundamentação teórica sobre eles.

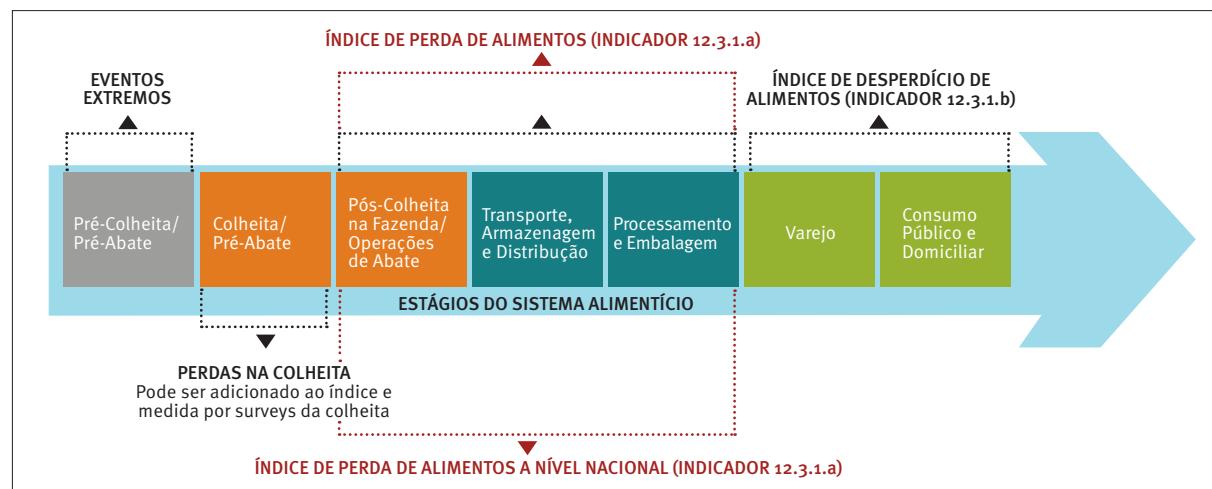
Desperdício de alimentos

As definições de perda e desperdício de alimentos não são universais na literatura (Buzby & Hyman, 2012). Perda de alimentos pode ser entendida como a diminuição da massa alimentar comestível, que é descartada ou degradada em diferentes estágios da cadeia de suprimento agroalimentar (Parfitt, Barthel, & Macnaughton, 2010). Já o desperdício de alimentos é uma fração da perda de alimentos, composta por resíduos de alta carga orgânica. Geralmente, os desperdícios são derivados do processamento de matérias-primas, resultando em produtos secundários na forma líquida ou sólida (Galanakis, 2012). Para outros autores, o desperdício são as perdas no final da cadeia de suprimentos alimentícia (varejo e consumo final), relacionadas aos comportamentos de varejistas e consumidores (Parfitt et al., 2010). Neste artigo, desperdício de alimentos inclui produtos de baixa qualidade (rejeitados pelo consumidor) e resíduos gerados durante o processamento (Waarts et al., 2011). Por fim, o desperdício de alimentos é medido apenas para produtos consumidos por humanos, excluindo alimentos para animais e partes de produtos não comestíveis (Parfitt et al., 2010).

Em 2015, as Nações Unidas publicaram 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 para conscientizar e orientar as ações da comunidade internacional nos próximos 15 anos (2016-2030). O Objetivo 12, “Consumo e Produção Responsável”, tem como principais indicadores o índice de perda de alimentos (Indicador 12.3.1.a) e o índice de desperdício de alimentos (Indicador 12.3.1.b). A Figura 1 apresenta as delimitações

da cadeia de suprimentos alimentícia considerados pelos índices, cujo objetivo é permitir que os formuladores de políticas analisem as tendências positivas e negativas do desperdício de alimentos em comparação ao ano-base para promover melhorias.

Figura 1. Escopo do índice de perda de alimentos ao longo da cadeia de suprimentos alimentícia



Fonte: FAO (2019).

A FAO disponibiliza a Plataforma Técnica de Medição e Redução de Perdas e Resíduos de Alimentos, que facilita a prevenção do desperdício de alimentos, e a redução e medição de resíduos nos níveis local, regional e nacional (FAO, 2017). Os países com maiores excedentes de alimentos também são aqueles que tendem a desperdiçar mais (Stuart, 2009). Nos países de renda média e alta, os alimentos são desperdiçados principalmente no estágio de consumo, o que significa que são descartados mesmo que ainda sejam adequados ao consumo humano. A porcentagem de alimentos produzidos desperdiçados antes mesmo de chegar ao varejo é estimada em 13,8 % (FAO, 2019). Baseada em uma amostra de 27 países europeus, a Comissão Europeia (CE) estima que 42% do desperdício de alimentos são produzidos pelas famílias, enquanto 39% ocorrem na indústria, 14%, no setor de serviços de alimentação e os 5% restantes, no varejo e distribuição (CE, 2010; Mirabella, Casstellani, & Sala, 2014; Raak, Symmank, Zahn, Aschemann-Witzel, & Rohm, 2017). Aproximadamente de 30 a 40% dos alimentos são desperdiçados em países desenvolvidos e em desenvolvimento, embora as causas sejam muito diferentes (Godfray et al., 2010). Nos países de baixa renda, as perdas são muito maiores nos estágios imediatos da pós-colheita, enquanto, nos países desenvolvidos, o maior potencial para a redução de desperdício de alimentos cabe ao varejo, serviços de alimentação e à casa dos consumidores (Parfitt et al., 2010). Estima-se que os desperdícios na África do Sul seja de 9,04 milhões de toneladas por ano (Oelofse & Nahman, 2013) e, no Brasil, seja de 82,20 milhões de toneladas por ano (Dal'Magro & Talamini, 2019). Embora os alimentos sejam desperdiçados em todos os estágios da cadeia de suprimentos, a causa do desperdício de alimentos, muitas vezes, não surge necessariamente no mesmo estágio de percepção do desperdício (Raak et al., 2017).

Um alimento passa por várias etapas ao longo da cadeia de suprimentos, como produção de matérias-primas, processamento e distribuição aos consumidores. Um quarto dos alimentos produzidos é perdido ainda dentro da cadeia de suprimentos. Isso inclui danos físicos nos produtos ou embalagens, mordidas de insetos e ataque de microrganismos. Outras formas de desperdício são decorrentes de apagões, defeitos em equipamen-

tos, resíduos de operações técnicas, erro humano, limitações logísticas, regulamentações de higiene e causas presumíveis de riscos de segurança (Raak et al., 2017). Recentemente, uma grande parte do desperdício de alimentos foi atribuída à ineficácia das cadeias de frio (Jedermann, Nicometo, Uysal, & Lang, 2014). Vale destacar que os três principais grupos de alimentos, em termos de valor da perda de alimentos no final da cadeia, são: carne, aves e peixe (41%); vegetais (17%); e laticínios (14%) (Buzby & Hyman, 2012).

A redução do desperdício em cada etapa da cadeia de suprimentos poderá reduzir à metade a perda total na oferta. Isso auxiliaria a disponibilidade de alimentos para a demanda futura alimentar para aproximadamente um bilhão de pessoas (Kummu et al., 2012). O uso de tecnologias como identificação por radiofrequência pode ajudar a melhorar a gestão da cadeia de suprimentos, especialmente para bens perecíveis. Dados obtidos por sensores e tecnologias associadas à Internet das Coisas podem contribuir nas previsões de vida útil ao longo da cadeia de suprimentos.

Além de fatores sociais e dispêndio de recursos naturais e financeiros, o desperdício de alimentos causa grande impacto ambiental, afetando a sustentabilidade, um requisito importante na gestão das cadeias de suprimentos alimentares (Cicatiello et al., 2016; Kaipia et al., 2013). O desperdício de alimentos contribui para o consumo excessivo de água doce e combustíveis fósseis, que, juntamente com as emissões de metano e CO₂ da decomposição de alimentos, têm impacto nas mudanças climáticas globais (Hall et al., 2009). Os resíduos do processamento de alimentos também precisam ser tratados, minimizados e prevenidos, devido aos efeitos ambientais gerados no seu descarte (Galanakis, 2012). Os alimentos desperdiçados são tradicionalmente incinerados com outros resíduos para geração de calor ou energia (Kiran, Trzcinski, Ng, & Liu, 2014). Por outro lado, o desperdício de alimentos é considerado uma fonte barata de componentes valiosos, uma vez que a recuperação de compostos e a reciclagem deles na cadeia de suprimentos podem ser aditivos funcionais em outros produtos (Galanakis, 2012). A bioconversão de alimentos desperdiçados em energia (em termos de etanol, hidrogênio, metano e biodiesel) é economicamente viável e atrativa (Kiran et al., 2014). Como os alimentos desperdiçados precisam de processamento adicional antes de serem utilizados, a eficiência e os custos da produção poderiam ser melhorados com a intensificação da pesquisa e integração dos processos de fabricação de produtos de valor agregado (Mirabella et al., 2014).

Considerando as três dimensões da sustentabilidade (ambiental, econômica e social), a hierarquia do desperdício de alimentos postula que a ordem de priorização deve ser prevenção, reutilização, reciclagem, recuperação e descarte (Papargyropoulou, Lozano, Steinberger, Wright, & Ujang, 2014). Um excedente de aproximadamente 30% da produção é necessário para compensar desperdícios, mas atualmente excede 50% (Papargyropoulou et al., 2014). Assim, o primeiro passo para uma resolução ao desperdício de alimentos é adotar uma abordagem mais sustentável de produção e consumo, combatendo a produção excedente e o desperdício de alimentos em toda a cadeia de suprimento de alimentos (Papargyropoulou et al., 2014).

Sistemas de medição de desempenho

A maioria das pesquisas relacionadas à medição e gestão de desempenho foi desenvolvida a partir do pressuposto de que as organizações operam em um ambiente estável e com base na teoria tradicional do controle (Wamba, Akter, Edwards, Chopin, & Gnanzou, 2015). Atualmente, as empresas operam em ambientes cada vez mais complexos que, muitas vezes, requerem alta capacidade competitiva para atender às exigências crescentes de desempenho em diversas dimensões. Além disso, o desempenho depende muito dos stakeholders e

da cadeia de suprimentos das organizações (Bititci et al., 2018; Bourne, Franco-Santos, Micheli, & Pavlov, 2018). Isso resultou numa evolução da medição de desempenho, do que de ser medido para gestão do desempenho, como usar a medição de desempenho para gerenciar as organizações, que foi acompanhada de uma proposta de mudança para o termo medição e gestão do desempenho (Bititci, Garengo, Dörfler, & Nudurupati, 2012; Bititci et al., 2018; Melnyk, Bititci, Platts, Tobias, & Andersen, 2014). Todavia, ainda persiste o uso do termo sistemas de medição de desempenho (SMDs).

Diversas áreas abordam a medição de desempenho (Bititci et al., 2018; Franco-Santos et al., 2007; Neely, 1999). Neste artigo, será utilizada a abordagem de Gestão de Operações, em que a medição de desempenho é o processo de quantificação ou qualificação da eficiência e eficácia da ação, que pode ocorrer no nível da tarefa, do processo, da organização e da cadeia de suprimentos (Bititci et al., 2018). Já a medida de desempenho é a métrica utilizada no processo de medição de desempenho para quantificar a eficiência e/ou eficácia da ação. Por fim, o SMD é o conjunto de processos e métricas utilizado para quantificar a eficiência e eficácia das ações (Neely, Gregory, & Platts, 1995).

O Quadro 1 apresenta as definições de Bititci et al. (2018), que ampliam as definições de Neely et al. (1995), com a adição da definição de gestão de desempenho.

Quadro 1. Definições-chave do campo

Conceito	Definição
Desempenho	Eficiência e/ou eficácia de uma ação
Medição de Desempenho	Avaliação qualitativa ou quantitativa da eficiência e/ou eficácia de uma ação
Sistema de Medição de Desempenho	Processo (ou processos) de definir objetivos, desenvolver um conjunto de medidas de desempenho, coletar, analisar, reportar, interpretar, revisar e agir em dados de desempenho (controles técnicos)
Gestão do Desempenho	Rotinas culturais e comportamentais que definem como usamos o sistema de medição de desempenho para gerenciar o desempenho de uma organização (controles sociais)

Fonte: Bititci et al. (2018).

Das diferentes definições de SMDs para empresas, Franco-Santos et al. (2007) extraíram as propriedades ou os elementos, denominados *recursos*; propósitos de uso ou funções, designados *papéis*; e diferentes conjuntos de ações, chamados de *processos*. Os recursos são essencialmente as medidas de desempenho (financeiras ou não financeiras) e a infraestrutura necessária para o sistema funcionar (manual ou digital). Os papéis são usos típicos, tais como medir o desempenho (geralmente para fins de controle), gerir a estratégia, comunicar o desempenho, influenciar o comportamento e proporcionar aprendizado e melhoria. Os processos são desenvolver as medidas de desempenho, coletar e processar os dados, gerenciar a informação, avaliar e premiar, e revisar o SMD. Esses autores recomendam que pesquisadores da área usem esses elementos para identificar e deixar claro qual é o foco e a contribuição de suas pesquisas.

Acerca dos processos dos SMDs, não existe consenso na literatura (Bititci & Nudurupati, 2002; Bourne, Mills, Wilcox, Neely, & Platts, 2000; Gutierrez, Scavarda, Fiorencio, & Martins, 2015; Helden, Johnsen, & Vakkuri, 2012;

Maestrini, Maccarrone, Caniato, & Luzzini, 2018; Nudurupati, Bititci, Kumar, & Chan, 2011). Em geral, os processos dos SMDs estão relacionados ao ciclo de vida do sistema (Gutierrez et al., 2015; Maestrini et al., 2018). Bourne et al. (2000) sugerem três processos: desenvolvimento, implantação e uso/revisão. Contudo, dada a importância de manter o sistema atualizado, Gutierrez et al. (2015) e Maestrini et al. (2018) sugerem separar o uso da revisão.

O uso da informação é um dos pilares dos SMDs e está relacionado intimamente com a cultura organizacional e o estilo de gestão. Ele pode ser utilizado de duas maneiras: uso diagnóstico para o controle, e uso interativo para a inovação e melhoria (Bititci, Mendibil, Nudurupati, Garengo, & Turner, 2006; Ferreira & Otley, 2009; Henri, 2006; Simons, 1995; Simons et al., 2000). O impacto final de um SMD depende de como as pessoas usam o sistema de maneira adequada (Hopwood, 1972; Nudurupati et al., 2011). A mudança de propósito do uso das informações de um SMD de controle (uso tradicional) para melhoria pode requerer uma mudança organizacional maior que somente a implantação ou revisão do sistema (Blenkinsop & Burns, 1992; Henri, 2006; Simons, 1995).

Os sistemas baseados em tecnologia de informação são fundamentais para o sucesso da implantação dos SMDs (Garengo, Nudurupati, & Bititci, 2007; Nudurupati et al., 2011), porém eles podem tornar-se uma barreira ao sucesso da implantação (Bourne, Neely, Mills, & Platts, 2003; Bourne, Neely, Platts, & Mills, 2002; Braz, Scavarda, & Martins, 2011; Gutierrez et al., 2015; Nudurupati et al., 2011). Quanto melhores forem os dados disponíveis e quanto mais precisas forem as informações, mais efetivamente o desempenho poderá ser alcançado se vinculado à estratégia de negócios (Szymczak et al., 2018). Portanto, a confiabilidade da coleta e análise de dados e os investimentos em infraestrutura e recursos humanos são necessários para a medição e gestão do desempenho apropriadas (Mishra, Gunasekaran, Papadopoulos, & Dubey, 2018). Cada vez mais, os avanços tecnológicos apoiam os SMDs ao longo de seu ciclo de vida (Nudurupati, Tebboune, & Hardman, 2016). Contudo, o desafio para a medição e gestão do desempenho eficiente na era digital é duplo: adaptar-se à constante mudança do ambiente externo e gerenciar um grande volume de dados em formatos variados (Nudurupati et al., 2016). Assim, espera-se que a ubiquidade digital transforme a operação e o papel dos sistemas de medição e gestão do desempenho (Xu, He, & Li, 2014).

As cadeias de suprimentos são entendidas como sistemas complexos autônomos e interdependentes, compostas por empresas e unidades de negócios (Chan, 2011). O sucesso delas não resulta da agregação das operações individuais e do desempenho de cada empresa, mas das atividades integradas e adaptativas, bem como das relações entre as empresas (Bourne et al., 2018). De modo geral, os sistemas melhoram o desempenho entre as firmas indiretamente, melhorando a socialização entre as empresas (Cousins, Lawson, & Squire, 2008; Mahama, 2006). Consequentemente, as organizações precisam reorientar seus esforços de medição de desempenho para incorporar a avaliação de seu desempenho numa perspectiva mais ampla (Nudurupati et al., 2016). Assim, a integração de dados deve ser implantada dentro da estrutura de informação de toda a cadeia de suprimentos (Szymczak et al., 2018). O número de abordagens efetivas para a gestão do desempenho da cadeia de suprimentos está aumentando, devido à globalização econômica e ao aumento da competitividade (Rezaei, Shirazi, & Karimi, 2017).

MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa utilizado combina análise bibliométrica e análise de conteúdo da literatura (Luo et al., 2018; Morioka, Iritani, Ometto, & Carvalho, 2018; Lopes & Martins, 2021). A análise bibliométrica seguiu os passos

propostos por Zupic e Čater (2015): (1) definição do estudo: definição do objetivo, escolha de base de dados e definição de filtros a serem aplicados para delimitar a amostra; (2) compilação dos dados: seleção, coleta e tratamento de dados após a aplicação dos filtros definidos na primeira etapa; (3) análise: uso de *software* para análise bibliométrica e estatística; (4) visualização: escolha do método e *software* para visualização dos dados; e (5) interpretação: interpretação e disseminação dos resultados. A análise de conteúdo concentrou-se nas propostas de medição de desempenho para o desperdício de alimentos.

O índice científico Web of Science foi escolhido para a coleta de dados, pois os metadados dos documentos extraídos estão estruturados de maneira mais adequada ao processamento de dados. Para garantir a consistência e elegibilidade dos documentos, os seguintes princípios foram definidos:

- apenas artigos de periódicos, artigos de conferência, revisões e artigos em acesso antecipado foram considerados; e
- dada a inexistência de estudo similar, o filtro de tempo não foi aplicado.

A seguinte expressão de busca foi usada na base de dados: TS=((“performance measur*” OR “performance metric*” OR “key-performance indicator*” OR “measur* performance” OR “performance indicator*” OR “KPI*”) AND (“food wast*” OR “food loss*” OR “waste* of food*” OR “waste* of the food*” OR “loss* of food*” OR “loss* of the food*”)). A expressão de busca foi construída a partir da combinação de termos associados aos dois temas principais, desperdício de alimentos e SMDs. O símbolo * em alguns termos de busca pesquisados significa que o sufixo dessas palavras pode variar. Esse recurso foi utilizado para abranger as derivações dos termos de busca e aumentar o retorno de documentos.

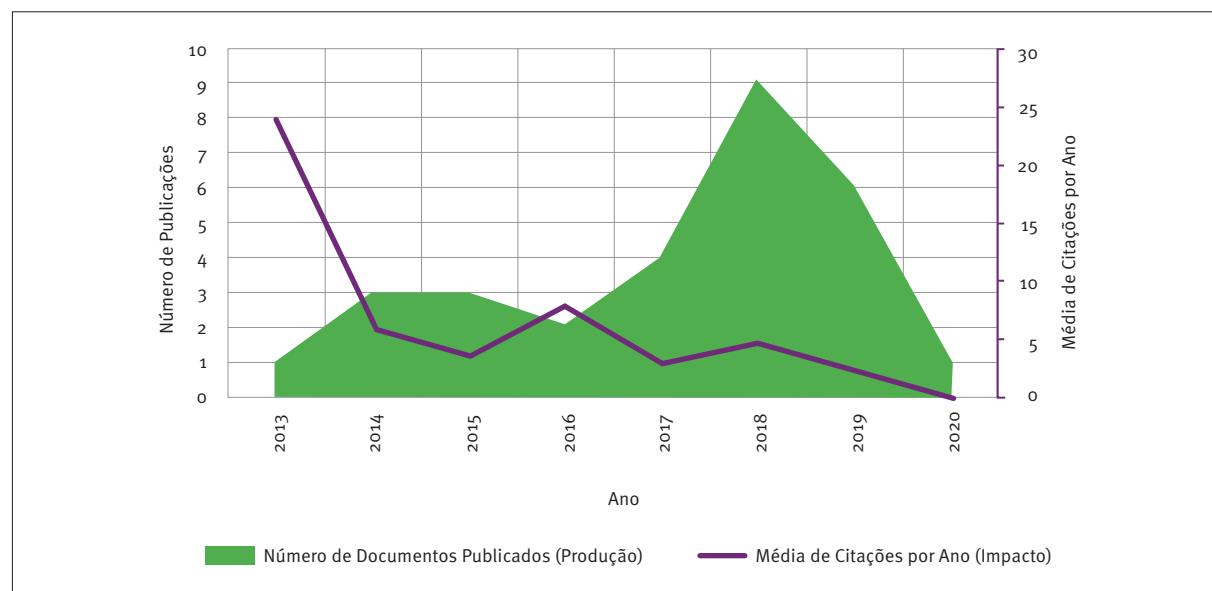
A partir dos registros da amostra extraídos da Web of Science, foi utilizado o pacote R Bibliometrix, versão 3.0.0, para análise bibliométrica e análise multivariada, no ambiente RStudio, versão 1.2.5042 (Aria & Cuccurullo, 2017). Os gráficos e as tabelas foram elaborados com o uso do *software* Excel, versão 3.2.0. Finalmente, o *software* VOSViewer, versão 1.6.11, foi utilizado para a elaboração das redes sociais (Eck & Waltman, 2013).

RESULTADOS

Análise bibliométrica

A análise bibliométrica permite identificar as principais publicações, o impacto delas, periódicos, e os temas das pesquisas relacionadas aos SMDs e ao desperdício de alimentos. A busca na WoS foi realizada em 25/5/2020 e resultou em um total de 29 documentos. Desses, 23 são classificados como artigos de periódico, dois, como artigos de congresso e quatro, como revisões. Esses documentos foram publicados em 19 fontes (periódicos e *proceedings* de conferências) entre 2013 e 2020.

A Figura 2 ilustra a produção científica e o impacto dela (em termo de citações). A produção é recente, impulsionada pelas ações da FAO (2013, 2014, 2015) e é mais expressiva desde 2016, com um pico em 2018. A respeito do impacto, a citação média em 2013 é a mais significativa (média de 23,9 citações por ano), e os valores subsequentes são decrescentes como esperado, visto que publicações recentes ainda não tiveram tempo para receber muitas citações.

Figura 2. Número de documentos publicados anualmente e média de citações por ano

A Tabela 1 detalha o impacto da produção científica, listando os documentos de maior impacto, em total de citações e total de citações por ano. [Brown e Li \(2013\)](#) têm o artigo mais citado (167 citações), e o de maior número de citações por ano (20,9). Isso explica o valor médio alto de impacto por ano em 2013 (Figura 2). [ElMekawy, Srikanth, Vanbroekhoven, Wever e Pant \(2014\)](#) seguem com 58 citações. Ambos os trabalhos estão relacionados com aplicação de biotecnologias na redução de desperdício de alimentos. [Soysal, Bloemhof-Ruwaard, Hajema e Vorst \(2018\)](#) (45 citações) e [Hertog, Uysal, McCarthy, Verlinden e Nicolaï \(2014\)](#) (41 citações) também se destacam, sendo Soysal o único autor com dois artigos publicados. Juntamente com [Pirani e Arafat \(2016\)](#) e [Steuer, Wesana, Dora, Pearce e Gellynck \(2016\)](#), esses quatro artigos apresentam abordagens de gestão para o desperdício de alimentos.

Tabela 1. Artigos da amostra mais citados

Primeiro Autor	Ano	Periódico	TC ¹	TC* por Ano	Ranking TC* por Ano
BROWN D	2013	BIORESOURCE TECHNOL	167	20,9	1
ELMEKAWY A	2014	J POWER SOURCES	58	8,3	3
SOYSAL M	2018	COMPUT OPER RES	45	15,0	2
HERTOG MLATM	2014	PHILOST R SOC A	41	5,9	5
PIRANI SI	2016	J CLEAN PROD	40	8,0	4
STEUR H	2016	WASTE MANAGE	23	4,6	7
CHARLEBOIS S	2015	INT J CULT TOUR HOSP	20	3,3	9
MANSER ND	2015	BIORESOURCE TECHNOL	17	2,8	10
MARTIN-RILO S	2015	J CLEAN PROD	17	2,8	10
MENNA F	2018	WASTE MANAGE	14	4,7	6
SUN H	2017	WASTE MANAGE	14	3,5	8

¹ A sigla TC refere-se ao total de citações de cada documento, dado extraído da base Web of Science.

Mudando o foco para os periódicos e *proceedings*, a Tabela 2 apresenta uma lista dos principais jornais que publicaram artigos da amostra. Dos 11 artigos mais citados (Tabela 1), sete foram publicados nesses periódicos, cujas áreas são Ciências Ambientais [CA], Engenharia de Produção [EP] e Energia [E]. *Journal of Cleaner Production* lidera a publicação de artigos da amostra, seguido por *Waste Management*. Apesar de não ser o periódico com maior número de publicações, *Bioresource Technology* é o que apresenta maior impacto (citações).

Tabela 2. Principais periódicos do campo

Periódico	Artigos	TC ¹	Índice h ²	Áreas ³	Editora
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	5	83	150	[CA] [EP] [E]	Elsevier BV
WASTE MANAGEMENT	4	60	127	[CA]	Elsevier Ltd.
BIORESOURCE TECHNOLOGY	3	193	251	[CA] [E]	Elsevier BV
SUSTAINABILITY	2	0	53	[CA] [EP]	MDPI Open Access Publishing

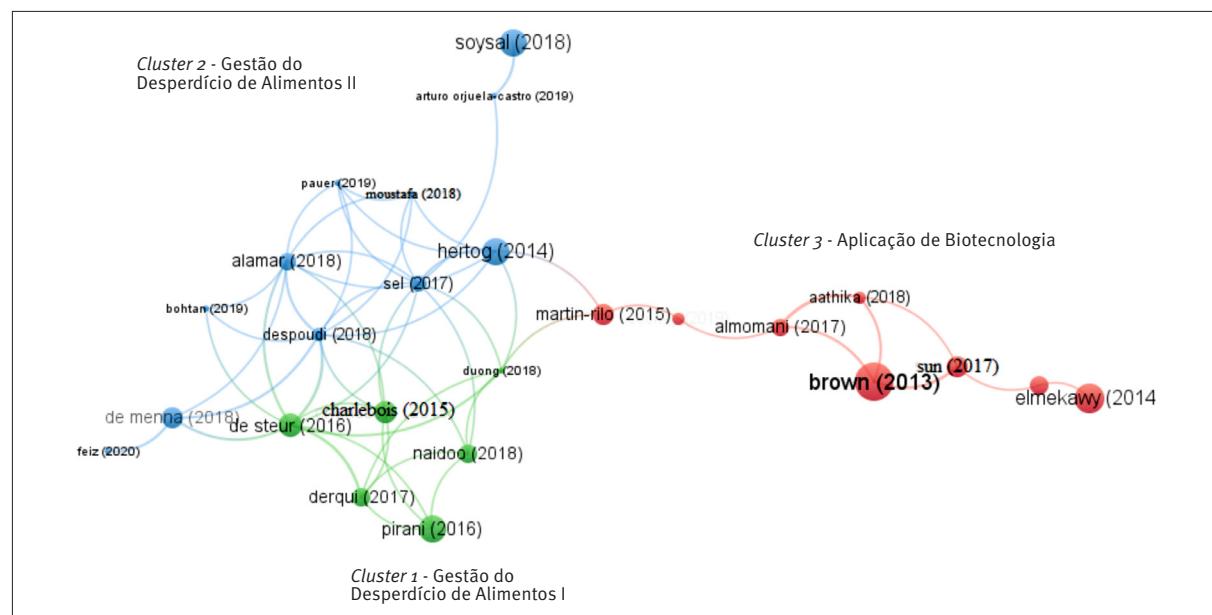
¹ TC é igual ao total de citações de cada documento.

² O índice de Hirsch (ou índice h) é uma estimativa da importância, significância e impacto da produção científica acumulada (Hirsch, 2005).

³ Áreas de pesquisa: [CA] – Ciências Ambientais; [EP] – Engenharia de Produção; e [E] – Energia.

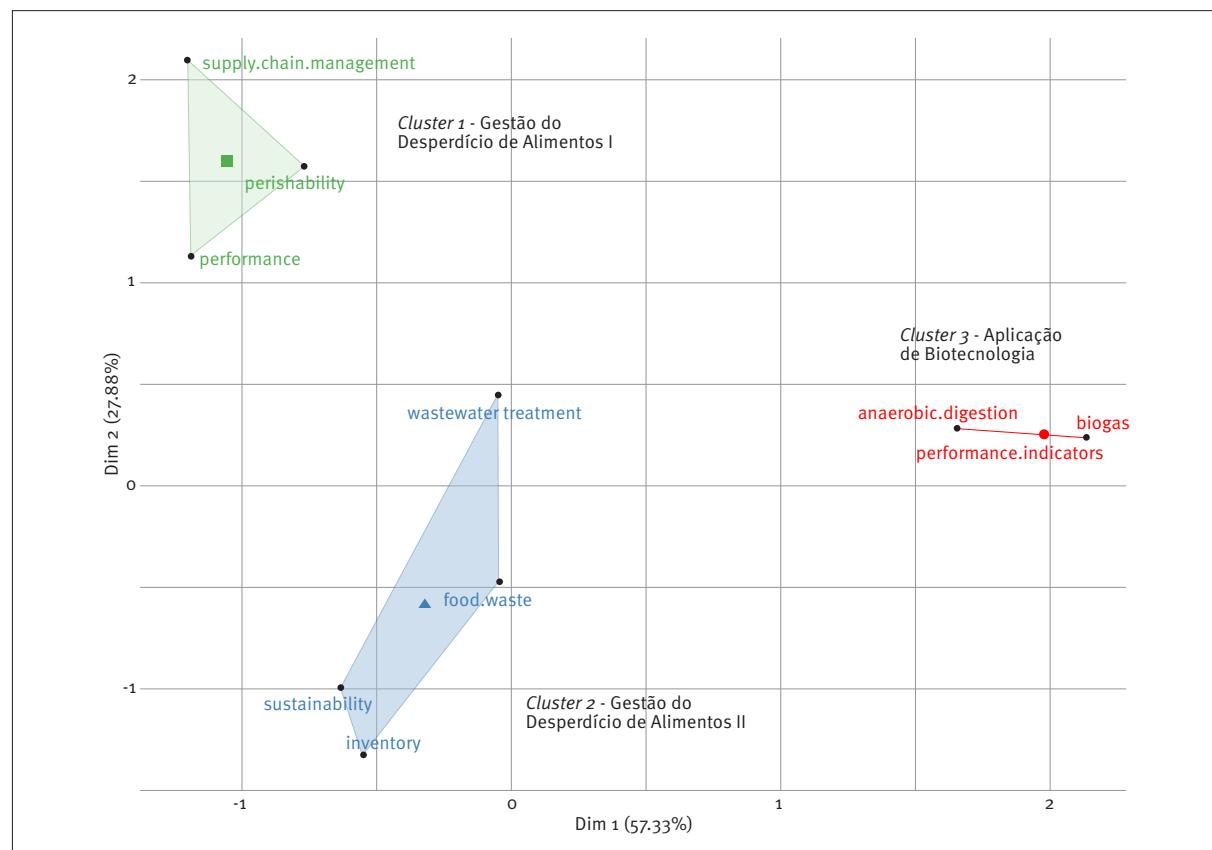
Para identificar os temas de pesquisa dos documentos da amostra, foi utilizada uma rede social de acoplamento bibliográfico, que permite identificar as similaridades entre os documentos a partir de seu referencial teórico (Zupic & Čater, 2015). Após o agrupamento, foi feita uma verificação das temáticas dos artigos a fim de nominar os *clusters*. Isso diferencia o método utilizado nesta pesquisa daquele utilizado por Luo et al. (2018) e Morioka et al. (2018), mas segue Lopes & Martins (2021). Na Figura 3, observam-se três *clusters* de documentos da amostra. Com base nos títulos dos documentos é possível identificar que os *clusters* 1 (verde) e 2 (azul) tratam de abordagens de gestão do desperdício de alimentos. Já o *cluster* 3 (vermelho) refere-se à aplicação de biotecnologia no desperdício de alimentos.

Figura 3. Redes de documentos por acoplamento bibliográfico

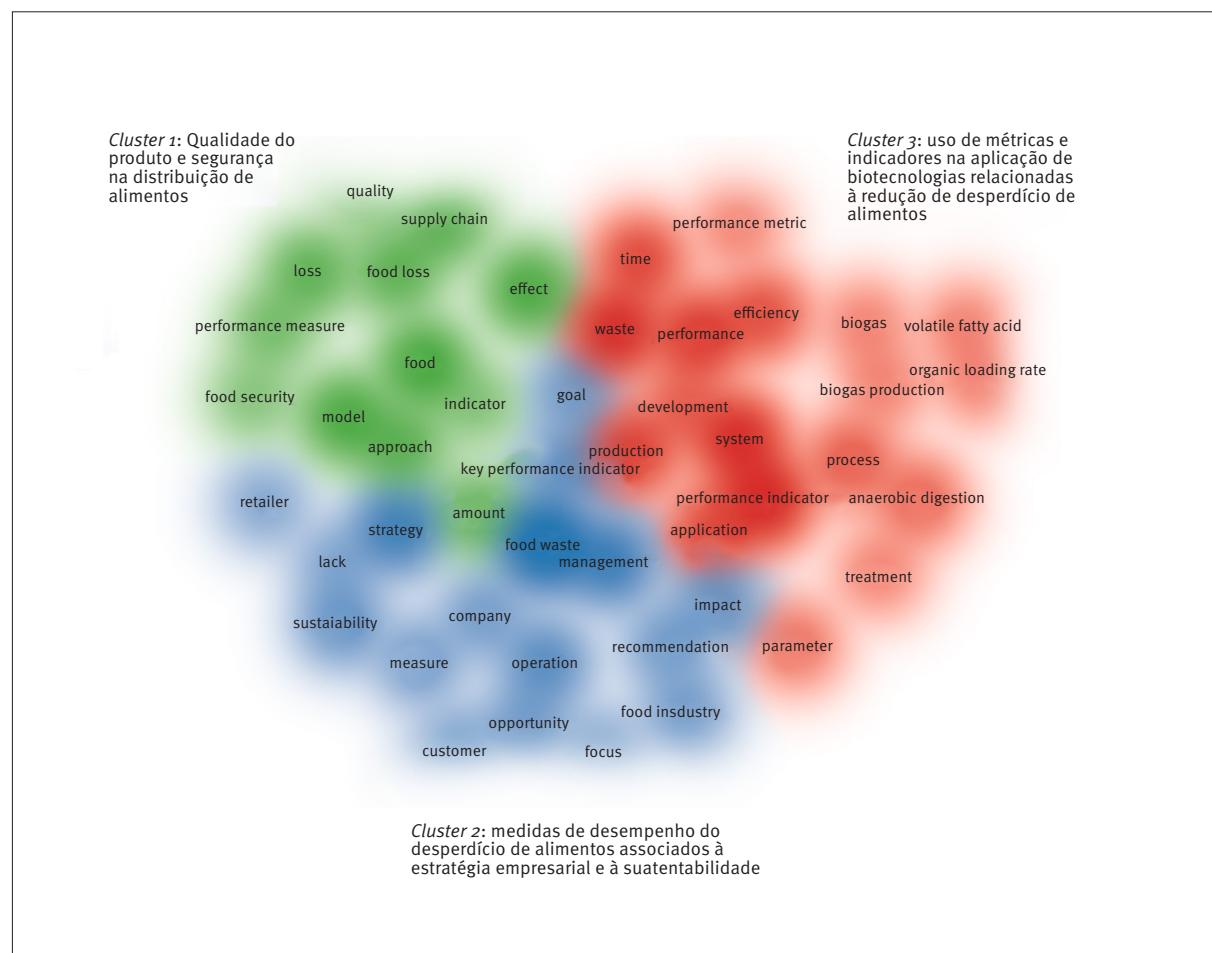


A análise das palavras-chave dos documentos permite mapear a estrutura conceitual de um campo com a criação um mapa aplicando análise de correspondência múltipla (Cobo, López Herrera, Herrera Viedma, & Herrera, 2011). A Figura 4 apresenta o mapa conceitual do campo com as palavras-chave utilizadas pelos autores, e são identificadas três linhas de pesquisa. A numeração dos *clusters* foi atribuída seguindo o padrão identificado na Figura 3: *cluster 1* na cor verde (*supply chain management*, *perishability* e *performance*); *cluster 2* na cor azul (*sustainability*, *inventory*, *wastewater treatment* e *food waste*); e *cluster 3* na cor vermelha (*anaerobic digestion*, *performance indicators* e *biogas*). Assim, a Figura 4 ajuda a diferenciar os *clusters 1* e *2* identificados anteriormente (Figura 3).

Figura 4. Mapa conceitual do campo



Devido à pequena quantidade de artigos da amostra e para melhorar a compreensão dos temas de cada *cluster*, foi utilizada uma técnica de *text mining* nos *abstracts* dos documentos (Eck & Waltman, 2013). Essa análise também não foi utilizada por Luo et al. (2018), Morioka et al. (2018) e Lopes & Martins (2021), mas por Liboni, Cezarino, Jabbour, Oliveira e Stefanelli (2019). A Figura 5 ilustra os três *clusters* distintos que detalham os resultados anteriores (Figuras 3 e 4). Os *clusters* foram, assim, finalmente identificados como: medição de desempenho na cadeia de suprimentos alimentícia: qualidade do produto e segurança na distribuição de alimentos (*cluster 1* – cor verde); medidas de desempenho do desperdício de alimentos associadas à estratégia empresarial e à sustentabilidade (*cluster 2* – cor azul); e uso de métricas e indicadores na aplicação de biotecnologias relacionadas à redução de desperdício de alimentos (*cluster 3* – cor vermelha).

Figura 5. Mapa de co-ocorrência de termos por *text mining*

Análise de conteúdo dos *clusters*

A análise de conteúdo fornece detalhes do campo nos temas identificados: medição de desempenho na cadeia de suprimentos alimentícia e qualidade do produto e segurança na distribuição de alimentos (*cluster 1* – cor verde); medidas de desempenho do desperdício de alimentos associadas à estratégia empresarial e à sustentabilidade (*cluster 2* – cor azul); e uso de métricas e indicadores na aplicação de biotecnologias relacionadas à redução de desperdício de alimentos (*cluster 3* – cor vermelha). O foco da análise de conteúdo serão os *clusters* 1 e 2, uma vez que eles têm intrínseca associação com o desperdício de alimentos e medição de desempenho. O *cluster 3* envolve um conteúdo direcionado para uso de tecnologias para reduzir o desperdício de alimentos, que não é o foco deste artigo. Por isso, esse conteúdo não será tratado.

Medição de desempenho na cadeia de suprimentos alimentícia: qualidade do produto e segurança na distribuição de alimentos

Vários artigos da amostra abordam o papel da medição de desempenho para garantir a qualidade de produtos em toda a cadeia de suprimentos. Steur et al. (2016) mostram o potencial do uso do mapeamento de fluxo de

valor para identificar e reduzir o desperdício de alimentos e a retenção de nutrientes na cadeia de suprimentos. Esses autores apresentam o estado da arte da aplicação de práticas enxutas na indústria agroalimentar e identificam o *lead time* como o indicador de desempenho mais aplicável. Uma redução nessa medida de desempenho promove a satisfação das necessidades dos clientes por respostas mais rápidas à demanda, algo especialmente relevante para produtos perecíveis. Além disso, esses autores apontam que as principais ocorrências de desperdício são na etapa de processamento.

Naidoo e Gasparatos (2018) examinam os principais fatores para a adoção de estratégias de sustentabilidade ambiental no setor de varejo alimentício, com apresentação das estratégias mais comuns e as respectivas medidas de desempenho. Esses autores abordam o tema pela perspectiva de SMD. Os resultados sugerem que as principais motivações para os varejistas implantarem as estratégias sustentáveis são os benefícios econômicos esperados, principalmente por meio de redução no uso de recursos. Esses autores identificam a falta de estudos sobre as medidas de desempenho de sustentabilidade para o varejo, especialmente em países em desenvolvimento, e o uso de *big data* como fonte de informação para as estratégias sustentáveis e medição de desempenho.

Para lidar com o aumento de produção de alimentos decorrente do aumento populacional, o setor agrícola deve adotar novas tecnologias para atender à crescente demanda por alimentos. Duong, Wood e Wang (2018) estudam os três efeitos do estoque de alimentos perecíveis no desempenho: a demanda incerta do consumidor, a vida útil do produto e a perda de vendas. A partir de um modelo de simulação, o desempenho de diferentes cenários foi avaliado com uso de medidas não financeiras (estoque médio, taxa de abastecimento e proporção da variação de pedidos). A importância de cada medida de desempenho foi ponderada pelo método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), e o desempenho de todos os cenários foi avaliado e classificado pelo método *Data Envelopment Analysis* (DEA). Para esses autores, os gerentes devem considerar o uso de medidas de desempenho não financeiras como forma de melhorar o fluxo de comunicação ao longo da cadeia de suprimentos de produtos perecíveis. Por essa razão, eles recomendam a realização de pesquisas para identificar e analisar as possíveis estruturas de comunicação para promover a sustentabilidade nessas cadeias de suprimentos.

Já em relação ao desperdício de alimentos em serviços, Charlebois, Creedy e Massow (2015) identificam os principais determinantes do desperdício de alimentos em pontos de venda. A partir de um estudo de caso em uma conhecida cadeia de restaurantes no Canadá, esses autores fornecem uma perspectiva da relação entre o desperdício e os fatores como as práticas de cozinha, os serviços, a gestão de custos, a mitigação de riscos, o desenvolvimento de cardápios e o conhecimento técnico em hotelaria. Apesar de esses autores não utilizarem medidas de desempenho em sua pesquisa, eles identificam dimensões a serem medidas e a necessidade de usar métricas para uma análise mais profunda e a validação do estudo realizado.

Pirani e Arafat (2016) examinam o estado atual da gestão de desperdício de alimentos no setor hospitalar dos Emirados Árabes Unidos. Esses autores mostram que os fatores que contribuem mais significativamente para a geração de desperdício de alimentos incluem o estilo e horário de atendimento, o tipo de alimento servido e a precisão na previsão de número de clientes. Com base nesses parâmetros, eles introduzem uma medida de desempenho agregada para avaliar a sustentabilidade do serviço, o “FRESH” (*Food waste Rating for Events vis-a-vis Sustainability in the Hospitality sector*). Essa métrica é calculada a partir de cinco outras medidas que refletem uma dimensão do processo de serviço de alimentação e influenciam a quantidade de alimentos desperdiçados. O FRESH permite a estabelecimentos, autoridades e clientes avaliarem independentemente a sustentabilidade dos serviços de alimentação.

Derqui e Fernandez (2017) desenvolvem diretrizes de padronização para auditoria e autoavaliação na medição do desperdício de alimentos em cantinas escolares. As principais medidas de desempenho foram obtidas de uma *survey* com escolas públicas, privadas e empresas terceirizadas. As métricas selecionadas foram: o número planejado de refeições vs. número real; o desperdício agregado por tipo de alimento; o número de bandejas sem desperdício; o destino de resíduos; e o custo de desperdício de alimentos. Em seguida, essas métricas foram utilizadas em quatro escolas. O estudo sugere que, embora haja pouca conscientização sobre a quantidade de alimentos desperdiçados nas cantinas, os gerentes e os funcionários se mostraram inclinados a implantar auditorias e ações para redução. Além disso, as instituições com foco em sustentabilidade alocam mais recursos para reduzir o desperdício de alimentos e, portanto, são mais propensas ao uso dessas medidas de desempenho.

Medidas de desempenho do desperdício de alimentos como suporte à estratégia empresarial e à sustentabilidade

Menna, Dietershagen, Loubiere e Vittuari (2018) abordam o ciclo de vida dos produtos alimentícios. A partir de diferentes aspectos da análise de custos do ciclo de vida, esses autores avaliam a gestão do desperdício dos alimentos e a valoração dos produtos. Contudo, essa perspectiva na gestão do desperdício de alimentos requer uma integração consistente entre a análise de ciclo de vida e os custos para evitar a escolha entre os impactos ambientais e econômicos. Assim, a interpretação dos resultados do custo do ciclo de vida do desperdício de alimentos deve levar em consideração o efeito de sistemas econômicos maiores.

Pauer, Wohner, Heinrich e Tacker (2019) fornecem uma visão geral dos métodos para avaliar a sustentabilidade ambiental de embalagens de alimentos, cuja função é proteger um alimento e aumentar o *shelf life* dele. O modelo proposto define três aspectos da sustentabilidade das embalagens alimentícias: os efeitos ambientais diretos; as perdas e os desperdícios de alimentos relacionados à embalagem; e circularidade. As principais medidas de desempenho de circularidade são:

- entrada: conteúdo reciclado; taxa de reutilização; conteúdo renovável;
- saída: reciclagem; taxa de reciclagem; taxa de produção de reciclagem; fator de *downcycling*; taxa de reutilização; compostabilidade;
- energia: parcela de energia renovável.

Feiz et al. (2020) oferecem recomendações para melhorar as modelagens e simulações de análise de ciclo de vida ao agregarem a análise de desempenho ambiental e econômico na produção de biogás a partir de resíduos alimentares. O método e as métricas sugeridas levam em consideração as múltiplas funções da produção de biogás a partir do desperdício de alimentos, como gestão de desperdício, transporte de energia renovável e reciclagem de nutrientes. Entre as medidas de desempenho utilizadas, estão: o rendimento efetivo de metano; o impacto climático; o equilíbrio energético; o potencial de reciclagem de nitrogênio; o potencial de reciclagem de fósforo; o aprimoramento de nitrogênio disponível na planta; e o custo do recurso.

Em relação à colaboração dentro da cadeia de alimentos, **Alamar, Falagán, Aktas e Terry (2018)** incentivam o desenvolvimento e a implantação de soluções coletivas para preservar melhor e utilizar os alimentos. Em geral, a qualidade dos dados disponíveis sobre o desperdício pós-colheita é questionável, de modo que as informações geradas com uso de medidas de desempenho podem ser imprecisas. Existe a necessidade de pesquisas dentro da cadeia de suprimentos, intercâmbio de conhecimentos e capacitação, para reduzir o desperdício de alimentos.

Sob a mesma perspectiva, **Despoudi, Papaioannou, Saridakis e Dani (2018)** examinam os efeitos de diferentes tipos de colaboração em relação ao desperdício de alimentos na pós-colheita. Além disso, os autores utilizam um modelo de medição para identificar o efeito dos diferentes tipos de colaboração no desperdício de alimentos. Os resultados sugerem que altos níveis de colaboração entre os produtores e as cooperativas estão associados aos baixos níveis de desperdício de alimentos. A relação entre colaboração e desempenho precisa ser pesquisada mais detalhadamente no contexto da cadeia de suprimentos alimentícia, pois é preciso identificar as melhores práticas para as colaborações duradouras.

Em relação ao desenvolvimento de modelos matemáticos, **Sel, Pınarbaşı, Soysal e Çimen (2017)** projetam uma cadeia de suprimentos de refeições que envolve a gestão da produção e de serviços. Para resolver os problemas de demanda, eles desenvolvem um modelo de programação estocástica, que considera as métricas como o desperdício total, a escassez total e o custo total de produção e distribuição. Para esses autores, tais métricas permitem avaliar o desempenho da cadeia de suprimentos em termos de sustentabilidade. O desperdício de alimentos está relacionado não apenas ao desempenho econômico, mas também aos impactos ambientais e sociais.

Moustafa, Galal e El-Kilany (2018) investigam estratégias dinâmicas de preços com o objetivo de maximizar a receita e minimizar o desperdício de alimentos para garantir a sustentabilidade. Um modelo de simulação por demanda estocástica é desenvolvido com base no preço e *shelf life* do produto. O efeito da reposição de estoque nas medidas de desempenho é analisado, e os resultados revelam a superioridade da especificação dinâmica sobre a estratégia de especificação fixa, em termos do lucro do varejista e desperdício de alimentos.

Já **Garcia-Garcia, Stone e Rahimifard (2019)** modelam o fluxo de desperdício para alcançar dois objetivos: fornecer dados sobre fabricação e desperdício de alimentos; e analisar as práticas existentes de gestão de desperdício de alimentos para a implantação de soluções alternativas de valoração. Quatro métricas foram escolhidas como as mais relevantes: ecoeficiência; ecointensidade; razão desperdício/produto; e razão desperdício/materias-primas. A conclusão é que existem oportunidades significativas para valoração de resíduos de alimentos. Recomendações são feitas para um sistema aprimorado de gestão do desperdício de alimentos, com foco em oportunidades de valoração.

Outros trabalhos enfatizam maneiras para evitar o desperdício no transporte. **Hertog et al. (2014)** propõem um modelo de monitoramento da qualidade e validade de produtos perecíveis. Esses autores diferenciam o planejamento de uma cadeia de suprimentos tradicional com a proposta de uso de métricas relacionando a *shelf life* ao custo. Usando métricas de prazo de validade e qualidade do produto num sistema de monitoramento em tempo real, é possível obter respostas estratégicas para a gestão da cadeia de suprimentos. Um fator crítico identificado é a disposição de todos os agentes da cadeia em participar e compartilhar as informações.

Soysal et al. (2018) analisam os benefícios da colaboração relacionando-a à perecibilidade, ao uso de energia das operações de transporte e aos custos de logística com o desenvolvimento de um modelo de suporte à decisão. O modelo proposto permite analisar os benefícios da colaboração com as várias medidas de desempenho: as emissões; o tempo de condução; o custo total composto por roteamento; o inventário; e o custo de desperdício, dada a incerteza da demanda. Os resultados apontam que a colaboração horizontal entre os fornecedores contribui para a diminuição do custo total agregado e das emissões do sistema de logística.

Orjuela-Castro, Orejuela-Cabrera e Adarme-Jaimes (2019) apresentam um modelo matemático de roteamento de veículos para os alimentos altamente perecíveis, que considera uma frota de veículos heterogênea, custo fixo de transporte, custo variável por distância percorrida e custo de desperdício de frutas associado ao tempo de transporte. O modelo também leva em consideração a perecibilidade da fruta, em uma relação explícita com

o tempo de viagem e a capacidade do veículo. Os resultados mostram a necessidade de investigar modelos multiobjetivos, uma vez que as medidas de desempenho podem ser eficiência, qualidade e capacidade de resposta.

Bohtan, Mathiyazhagan e Vrat (2019) abordam a gestão de uma cadeia de alimentos com uso de objetivos de desempenho e produtividade para desenvolver um SMD para um sistema público de distribuição de alimentos na Índia. Como o transporte rápido é vital para reduzir o grau de perecibilidade, o SMD também classifica o desperdício de alimentos durante as várias etapas do transporte. O objetivo do sistema é avaliar a eficácia (atender os requisitos dos clientes) e a eficiência (economia dos recursos) da cadeia de suprimentos. Esses autores consideram a medição de desempenho e os estudos de melhoria fundamentais para a padronização e otimização de toda a cadeia de suprimentos.

O Quadro 2 apresenta um resumo sobre os aspectos dos sistemas de medição de desempenho encontrados nos artigos dos *clusters 1 e 2*. Cada artigo é analisado quanto à natureza da pesquisa (teórica ou empírica); medidas de desempenho (isoladas ou em conjuntos; econômicas ou de sustentabilidade); abordagem de sistema de medição de desempenho; escopo da medição de desempenho (elos da cadeia de suprimentos alimentícia de acordo com a Figura 1); uso da medição de desempenho (controle, estratégia, comunicação, influência no comportamento ou melhoria); e processos do SMD (seleção e *design* de medidas, coleta e manipulação de dados, gestão da informação, avaliação de desempenho e revisão dos sistemas). Essas duas últimas classificações são baseadas no estudo de Franco-Santos et al. (2007).

Quadro 2. Resumo sobre os aspectos da medição de desempenho nos *clusters 1 e 2*

Cluster	Artigo	Natureza da Pesquisa	Medidas de Desempenho	Sistema de Medição de Desempenho	Escopo da Medição de Desempenho	Uso da Medição de Desempenho	Processos da SMD
1	Pirani e Arafat (2016)	Empírica	Indicador de Sustentabilidade	Não aborda	Consumo Público e Domiciliar	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Duong et al. (2018)	Empírica	Conjunto de Indicadores de Sustentabilidade	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição ao Varejo	Melhoria	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Charlebois et al. (2015)	Empírica	Apenas as Fontes de Desperdício	Não aborda	Varejo	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Steur et al. (2016)	Teórica	Conjunto de Indicadores com Relações Causais na Dimensão Econômica	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição ao Consumo Público e Domiciliar	Melhoria	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Derqui e Fernandez (2017)	Empírica	Indicadores Sociais, Econômicos e de Sustentabilidade	Não aborda	Consumo Público e Domiciliar	Melhoria	Coleta e Manipulação de Dados
	Naidoo e Gasparatos (2018)	Teórica	Conjunto de Indicadores de Sustentabilidade	Sim	Varejo	Gestão Estratégica	Seleção e <i>Design</i> de Medidas Gestão da Informação

Continua

Quadro 2. Resumo sobre os aspectos da medição de desempenho nos *clusters* 1 e 2

Conclusão

Cluster	Artigo	Natureza da Pesquisa	Medidas de Desempenho	Sistema de Medição de Desempenho	Escopo da Medição de Desempenho	Uso da Medição de Desempenho	Processos da SMD
2	Hertog et al. (2014)	Teórica	Indicadores com Relações Causais na Dimensão Econômica	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição	Gestão Estratégica Comunicação	Seleção e <i>Design</i> de Medidas Coleta e Manipulação de Dados
	Alamar et al. (2018)	Teórica	Medidas com Relações Causais na Dimensão Econômica	Não aborda	Colheita/ Abate a Processamento e Embalagem	Melhoria	Coleta e Manipulação de Dados
	Soysal et al. (2018)	Empírica	Conjunto de Indicadores Econômicos e de Sustentabilidade	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição	Controle Comunicação	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Despoudi et al. (2018)	Empírica	Toneladas Desperdiçadas, como Indicador Econômico e de Sustentabilidade	Não aborda	Pós-Colheita/ Operações de Abate	Controle	Gestão da Informação
	Orjuela-Castro et al. (2019)	Empírica	Conjunto de Indicadores Econômicos	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição	Melhoria	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Feiz et al. (2020)	Empírica	Conjunto de Indicadores Econômicos e de Sustentabilidade	Não aborda	Processamento e Embalagem	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Sel et al. (2017)	Empírica	Conjunto de Indicadores Econômicos	Não aborda	Consumo Público e Domiciliar	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Menna et al. (2018)	Teórica	Conjunto de Indicadores Econômicos	Não aborda	Todos os Estágios da Cadeia de Suprimentos	Controle	Não identificado
	Moustafa et al. (2018)	Teórica	Conjunto de Indicadores Econômicos	Não aborda	Varejo	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Pauer et al. (2019)	Teórica	Conjunto de Indicadores de Sustentabilidade	Sim	Processamento e Embalagem	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas
	Bohtan et al. (2019)	Empírica	Conjunto de Indicadores com Relações Causais na Dimensão Econômica	Sim	Pós-Colheita/ Operações de Abate a Varejo	Controle Melhoria	Seleção e <i>Design</i> de Medidas Coleta e Manipulação de Dados
	Garcia-Garcia et al. (2019)	Empírica	Conjunto de Indicadores de Sustentabilidade	Não aborda	Transporte, Armazenamento e Distribuição a Processamento e Embalagem	Controle	Seleção e <i>Design</i> de Medidas

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Um primeiro ponto a analisar é a natureza de pesquisa adotada nos artigos (Quadro 2). A maioria dos artigos possui abordagem empírica (61,1%), enquanto os artigos teóricos podem ser classificados como revisões da literatura e modelagens ou simulações de caráter axiomático. Um segundo aspecto a analisar são as medidas de desempenho. Quando não são utilizadas isoladamente, são utilizadas em conjuntos de métricas cujo agrupamento não apresenta uma lógica clara. Muitas métricas, apesar de não financeiras, estabelecem relações causais como medidas econômicas para avaliar o impacto do desperdício e perda dos alimentos (Buzby & Hyman, 2012; Gustavsson et al., 2011; Hall et al., 2009). Uma exceção são Charlebois et al. (2015), que não utilizam medidas de desempenho, porém apontam as fontes de desperdício para as quais podem ser desenvolvidas métricas. Despoudi et al. (2018) utilizam somente uma medida de desempenho não financeira (quantidade de desperdício de alimentos) para analisar o desempenho econômico e de sustentabilidade. Já Pirani e Arafat (2016) propõem uma medida de desempenho agregada a partir de outras seis medidas, todas elas não financeiras.

Por essa razão, as medidas de desempenho utilizadas nos documentos da amostra estão associadas às dimensões financeira, sustentabilidade e ecofinanceira (Quadro 2). Uma exceção são Derqui e Fernandez (2017), que incluem as medidas de desempenho sociais, numa perspectiva *triple bottom line*. A predominância pela dimensão financeira pode ser observada no Quadro 2 (coluna “Medidas de Desempenho”), especialmente pelos artigos do *cluster 2*, que tratam das medidas de desempenho do desperdício de alimentos associadas à estratégia empresarial e à sustentabilidade. Apenas três artigos tratam a medição de desempenho com objetivo de propor medidas, sistemas e formas de usar, conforme a definição de SMD de Bititci et al. (2018). Esse resultado é preocupante porque os pesquisadores vêm tratando a medição de desempenho de maneira reduzida, com ênfase nas medidas de desempenho. Das 1.618 referências citadas nos documentos da amostra, Kaplan e Norton (1992), Neely et al. (1995), Kaplan e Norton (1995) e Bititci, Carrie e McDevitt (1997), autores reconhecidos sobre SMDs, são citados apenas uma vez. A falta de referencial específico da área de SMD pode explicar a abordagem estreita do tema pelos autores dos *clusters 1 e 2*.

Um terceiro ponto é o escopo da medição de desempenho que trata dos elos da cadeia de suprimentos abordados nos documentos da amostra (Quadro 2). Apenas Menna et al. (2018) apresentam uma perspectiva ampla que envolve todos os elos da cadeia de suprimentos alimentícia, como sugerido pela FAO (2019). A maioria dos artigos, principalmente os do *cluster 1*, aborda frações do final da cadeia de suprimentos (varejo e o consumo público e doméstico). Mesmo os autores que abordam SMD também o fazem com um escopo reduzido da cadeia de suprimentos imediata (um elo a montante ou jusante do elo coordenador). Naidoo e Gasparatos (2018) e Pauer et al. (2019) focam apenas um elo, enquanto Bohtan et al. (2019) consideram a parte intermediária da cadeia de suprimentos.

Um quarto ponto é o uso da medição de desempenho em que domina o uso para controle e melhoria (Quadro 2). Hertog et al. (2014) propõem o uso para gestão estratégica (ênfase em controle) e comunicação para outros elos da cadeia de suprimentos. Soysal et al. (2018) propõem usar para controle e comunicação especificamente com os fornecedores. Por fim, Bohtan et al. (2019) propõem utilizar para controle e melhoria. Apenas Bohtan et al. (2019) abordam o tema com uma perspectiva mais ampla de SMDs. Esse resultado corrobora a falta de uma abordagem ampla da medição de desempenho. Urge a necessidade de mudar os usos mais contemporâneos com foco no SMD e influenciar o comportamento dos agentes e pessoas. O uso também reforça a falta de abordagem de toda a cadeia de suprimentos, outro resultado alarmante.

Um quinto ponto são os processos de um SMD em que se observa a dominância da seleção e *design* de medidas. Essa dominância é consequência de a maioria dos artigos apresentar propostas de medidas de desempenho. Nenhum artigo trata exatamente do desenvolvimento de medidas, como proposto na literatura sobre medição de desempenho. *Derqui e Fernandez (2017)* e *Naidoo e Gasparatos (2018)* são exceções no cluster 1 ao tratarem, respectivamente, da coleta e manipulação de dados e seleção e *design* de medidas e gestão da comunicação. De modo semelhante, no cluster 2, *Hertog et al. (2014)*, *Alamar et al. (2018)* e *Bohtan et al. (2019)* tratam da coleta e manipulação de dados. *Despoudi et al. (2018)* são os únicos a abordarem a gestão da informação. Os outros processos dos SMDs (avaliação de desempenho e revisão dos sistemas) não são tratados nos documentos da amostra.

Um sexto e último ponto é a pouca menção da Indústria 4.0 e seus termos correlatos, como *smart manufacturing* ou digitalização, nos documentos da amostra. Somente *Naidoo e Gasparatos (2018)* afirmam que o varejo potencialmente poderia usar *big data* para melhorar o desempenho ambiental pela otimização da cadeia de suprimentos. *Hertog et al. (2014)* também reconhecem que a identificação por radiofrequência (do inglês, *radio frequency identification – RFID*) possibilitam rápida comunicação na cadeia de suprimentos e que o uso de sistemas ciberfísicos são requisitos essenciais para uma cadeia de suprimentos responsiva e flexível para redução de desperdícios. Não existe menção às tecnologias de comunicação com uso da computação em nuvem, *block-chain*, *machine learning*, *artificial intelligence* e *human machine interface*. Além disso, técnicas como manufatura aditiva, fábricas virtuais e gêmeos digitais também não foram encontradas nos artigos da amostra.

CONCLUSÕES

A partir da revisão sistemática realizada, com uso de análise bibliométrica e de conteúdo, pode-se responder à QP1: “Qual é o atual estado da pesquisa científica relacionada aos SMD no desperdício de alimentos?”. De uma maneira geral, nota-se que o atual estado da produção científica é incipiente e com baixo impacto. Apesar de todos os esforços da FAO/ONU, no nível das empresas e cadeias alimentícias, os autores dos documentos da amostra desenvolveram ou utilizaram as medidas de desempenho para avaliar o desempenho em modelos matemáticos ou em pesquisas empíricas e demonstrar o potencial de benefícios sustentáveis para fins econômicos. De uma forma geral, os artigos analisados seguem a recomendação da literatura sobre desperdícios de alimentos e procuram estabelecer essa conexão entre o desperdício de alimentos e recursos naturais com a dimensão financeira. As medidas de desempenho também são elementos da gestão dos resíduos e perdas de alimentos.

Acerca da QP2: “Quais são os desafios e as tendências na implantação dos sistemas de medição de desempenho no desperdício de alimentos?”, poucos artigos abordam a medição de desempenho com o objetivo de propor métricas, sistemas ou formas de uso. De um modo geral, o uso da medição de desempenho é dominado por controle, seguido de melhoria. Isso decorre, provavelmente de uma visão tradicional a ser superada pelo propósito de uso para melhoria e aprendizagem. Os processos dos SMDs mais abordados são os de seleção e *design* de métricas, enquanto os processos de avaliação de desempenho e revisão dos sistemas não são explorados. Essa ênfase é coerente com o enfoque mais nas medidas de desempenho do que nos SMD. Geralmente, as medidas de desempenho são usadas isoladamente com a predominância da dimensão financeira. Mesmo as métricas sustentáveis são, muitas vezes, utilizadas apenas para estabelecer relações causais com medidas financeiras. Esses resultados apontam para a necessidade de mudar a abordagem para usos voltados para a

gestão de desempenho, com foco em SMDs e na influência do comportamento dos agentes e pessoas. Por fim, entre os inúmeros desafios, o principal é mudar o enfoque para de medidas de desempenho para elos da cadeia de suprimentos para SMDs para a cadeia de suprimentos inteira. Tem-se, assim, uma janela de oportunidades para o desenvolvimento de pesquisa para reduzir os desperdícios e mitigar seus efeitos, contribuindo para a redução da insegurança alimentar.

Respondendo às questões de pesquisa propostas, várias oportunidades para estudos futuros surgem. A maioria dos artigos da amostra, principalmente os do *cluster 1*, aborda apenas frações do final da cadeia de suprimentos (varejo e o consumo público e doméstico). Mesmo os autores que abordam SMD também o fazem com um escopo reduzido da cadeia de suprimentos, geralmente a cadeia imediata. Assim, urgem pesquisas cujo escopo abarque toda a cadeia de suprimentos alimentícia. Além disso, os processos de coleta e manipulação de dados, e gestão da informação são pouco tratados nos artigos da amostra. Eles podem beneficiar-se das tecnologias digitais da Indústria 4.0. Explorar o potencial de cada tecnologia digital nesse contexto pode ser um caminho para mensurar com maior precisão o desperdício de alimentos da cadeia de suprimentos alimentícia inteira. Por último, o uso da informação sobre desempenho deve induzir comportamentos para reduzir os desperdícios, com mitigação dos efeitos ambientais e econômicos. Esse uso deve ser voltado para melhoria e aprendizado, com a aplicação intensiva de tecnologias digitais nos processos dos SMDs. A escolha de utilizar somente o índice científico Web of Science impôs uma limitação de cobertura, porque algum artigo pode ter ficado fora da amostra. Contudo, é de se esperar que a quantidade de artigos que poderiam fazer parte da amostra não altera substancialmente os resultados.

REFERÊNCIAS

- Alamar, M. D. C., Falagán, N., Aktas, E., & Terry, L. A. (2018). *Minimising food waste: A call for multidisciplinary research*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(1), 8-11. doi:10.1002/jsfa.8708
- Aria, M. & Cuccurullo, C. (2017). *Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis*. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. doi: 10.1016/j.joi.2017.08.007
- Bititci, U., Garengo, P., Dörfler, V., & Nudurupati, S. (2012). *Performance measurement: Challenges for tomorrow*. *International Journal of Management Reviews*, 14(3), 305-327. doi:10.1111/j.1468-2370.2011.00318.x
- Bititci, U., & Nudurupati, S. (2002). *Driving continuous improvement*. *Manufacturing Engineer*, 81(5), 230-235. doi:10.1049/me:20020506
- Bititci, U. S., Bourne, M., Cross, J. A., Nudurupati, S. S., & Sang, K. (2018). *Towards a theoretical foundation for performance measurement and management*. *International Journal of Management Reviews*, 20(3), 653-660. doi:10.1111/ijmr.12086
- Bititci, U. S., Carrie, A. S., & McDevitt, L. (1997). *Integrated performance measurement systems: A development guide*. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(5), 522-534. doi:10.1108/01443579710167230
- Bititci, U. S., Mendibil, K., Nudurupati, S., Garengo, P., & Turner, T. (2006). *Dynamics of performance measurement and organisational culture*. *International Journal of Operations & Production Management*, 26(12), 1325-1350. doi:10.1108/01443570610710579
- Blenkinsop, S. A., & Burns, N. (1992). *Performance measurement revisited*. *International Journal of Operations & Production Management*, 12(10), 16-25. doi:10.1108/01443579210017213
- Bohtan, A., Mathiyazhagan, K., & Vrat, P. (2019). *Modeling the public distribution system: A PO-P approach*. *OPSEARCH*, 56(3), 1024-1066. doi:10.1007/s12597-019-00384-1
- Bourne, M., Franco-Santos, M., Micheli, P., & Pavlov, A. (2018). *Performance measurement and management: A system of systems perspective*. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2788-2799. doi:10.1080/00207543.2017.1404159
- Bourne, M., Mills, J., Wilcox, M., Neely, A., & Platts, K. (2000). *Designing, implementing and updating performance measurement systems*. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(7), 754-771. doi:10.1108/01443570010330739
- Bourne, M., Neely, A., Mills, J., & Platts, K. (2003). *Implementing performance measurement systems: A literature review*. *International Journal of Business Performance Management*, 5(1), 1-24. doi:10.1504/IJ BPM.2003.002097

- Bourne, M., Neely, A., Platts, K., & Mills, J. (2002). *The success and failure of performance measurement initiatives: Perceptions of participating managers*. *International Journal of Operations & Production Management*, 22(11), 1288-1310. doi:10.1108/01443570210450329
- Braz, R. G. F., Scavarda, L. F., & Martins, R. A. (2011). *Reviewing and improving performance measurement systems: An action research*. *International Journal of Production Economics*, 133(2), 751-760. doi:10.1016/j.ijpe.2011.06.003
- Brown, D., & Li, Y. (2013). *Solid state anaerobic co-digestion of yard waste and food waste for biogas production*. *Bioresource Technology*, 127, 275-280. doi:10.1016/j.biortech.2012.09.081
- Buzby, J. C., & Hyman, J. (2012). *Total and per capita value of food loss in the United States*. *Food Policy*, 37(5), 561-570. doi:10.1016/j.foodpol.2012.06.002
- Chan, H. K. (2011). *Supply chain systems: Recent trend in research and applications*. *IEEE Systems Journal*, 5(1), 2-5. doi:10.1109/jsyst.2010.2100191
- Charlebois, S., Creedy, A., & Massow, M. von. (2015). "Back of house" – Focused study on food waste in fine dining: The case of Delish restaurants. *International Journal of Culture, Tourism and Hospitality Research*, 9(3), 278-291. doi:10.1108/ijcthr-12-2014-0100
- Cicatiello, C., Franco, S., Pancino, B., & Blasi, E. (2016). *The value of food waste: An exploratory study on retailing*. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 30, 96-104. doi:10.1016/j.jretconser.2016.01.004
- Cobo, M. J., López-Herrera, A. G., Herrera-Viedma, E., & Herrera, F. (2011). *Science mapping software tools: Review, analysis, and cooperative study among tools*. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(7), 1382-1402. doi:10.1002/asi.21525
- Comissão Europeia. (2010). *Preparatory study on food waste across EU 27*. Available at https://ec.europa.eu/environment/eussd/pdf/bio_foodwaste_report.pdf
- Cousins, P. D., Lawson, B., & Squire, B. (2008). *Performance measurement in strategic buyer-supplier relationships*. *International Journal of Operations & Production Management*, 28(3), 238-258. doi:10.1108/01443570810856170
- Dal'Magro, G. P., & Talamini, E. (2019). *Estimating the magnitude of the food loss and waste generated in Brazil*. *Waste Management & Research*, 37(7), 706-716. doi:10.1177/0734242X19836710
- Derqui, B., & Fernandez, V. (2017). *The opportunity of tracking food waste in school canteens: Guidelines for self-assessment*. *Waste Management*, 69, 431-444. doi:10.1016/j.wasman.2017.07.030V
- Department of Economic and Social Affairs , UN (2016). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. Retrieved from <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Despoudi, S., Papaioannou, G., Saridakis, G., & Dani, S. (2018). *Does collaboration pay in agricultural supply chain? An empirical approach*. *International Journal of Production Research*, 56(13), 4396-4417. doi:10.1080/00207543.2018.1440654
- Duong, L. N., Wood, L. C., & Wang, W. Y. (2018). *Effects of consumer demand, product lifetime, and substitution ratio on perishable inventory management*. *Sustainability*, 10(5), 1559. doi: 10.3390/su10051559
- Eck, N. J. Van, & Waltman, L. (2013). *VOSviewer manual*. Retrieved from <https://www.vosviewer.com/download/f-33t2.pdf>
- ElMekawy, A., Srikanth, S., Vanbroekhoven, K., Wever, H. De, & Pant, D. (2014). *Bioelectro-catalytic valorization of dark fermentation effluents by acetate oxidizing bacteria in bioelectrochemical system (BES)*. *Journal of Power Sources*, 262, 183-191. doi:10.1016/j.jpowsour.2014.03.111
- Feiz, R., Johansson, M., Lindkvist, E., Moestedt, J., Paledal, S. N., & Svensson, N. (2020). *Key performance indicators for biogas production: Methodological insights on the life-cycle analysis of biogas production from source-separated food waste*. *Energy*, 200, 117462. doi:10.1016/j.energy.2020.117462
- Ferreira, A., & Otley, D. (2009). *The design and use of performance management systems: An extended framework for analysis*. *Management Accounting Research*, 20(4), 263-282. doi:10.1016/j.mar.2009.07.003
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2008). *An introduction to the basic concepts of food security*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a-al936e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *Food wastage footprint: Impacts on natural resources*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2014). *Mitigation of food wastage: Societal costs and benefits*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a-i3989e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2015). *The state of food and agriculture*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a-i4910e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). *Save food: Global initiative on food loss and waste reduction*. Retrieved from <https://www.fao.org/3/a-i7657e.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2019). *The state of food and agriculture 2019: Moving forward on food loss and waste reduction*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/ca6o3oen/ca6o3oen.pdf>
- Franco-Santos, M., Kennerley, M., Micheli, P., Martinez, V., Mason, S., Marr, B., ... Neely, A. (2007). *Towards a definition of a business performance measurement system*. *International Journal of Operations & Production Management*, 27(8), 784-801. doi:10.1108/01443570710763778
- Galanakis, C. M. (2012). *Recovery of high added-value components from food wastes: Conventional, emerging technologies and commercialized applications*. *Trends in Food Science & Technology*, 26(2), 68-87. doi: 10.1016/j.tifs.2012.03.003

- Garcia-Garcia, G., Stone, J., & Rahimifard, S. (2019). Opportunities for waste valorisation in the food industry: A case study with four UK food manufacturers. *Journal of Cleaner Production*, 211, 1339-1356. doi:10.1016/j.jclepro.2018.11.269
- Garengo, P., Nudurupati, S., & Bititci, U. (2007). Understanding the relationship between PMS and MIS in SMEs: An organizational life cycle perspective. *Computers in Industry*, 58(7), 677-686. doi:10.1016/j.compind.2007.05.006
- Godfray, H. C. J., Beddington, J. R., Crute, I. R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J. F., ... Toulmin, C. (2010). Food security: The challenge of feeding 9 billion people. *Science*, 327(5967), 812-818. doi:10.1126/science.1185383
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., Otterdijk, R. Van, & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. Retrieved from <http://www.fao.org/3/i2697e/i2697e.pdf>
- Gutierrez, D. M., Scavarda, L. F., Fiorencio, L., & Martins, R. A. (2015). Evolution of the performance measurement system in the logistics department of a broadcasting company: An action research. *International Journal of Production Economics*, 160, 1-12. doi:10.1016/j.ijpe.2014.08.012
- Hall, K. D., Guo, J., Dore, M., & Chow, C. C. (2009). The progressive increase of food waste in America and its environmental impact. *PLoS One*, 4(11), e7940. doi:10.1371/journal.pone.0007940
- Helden, G. J. V. Van, Johnsen, Å., & Vakkuri, J. (2012). The life-cycle approach to performance management: Implications for public management and evaluation. *Evaluation*, 18(2), 159-175. doi:10.1177/1356389012442978
- Henri, J. F. (2006). Organizational culture and performance measurement systems. *Accounting, Organizations and Society*, 31(1), 77-103. doi: 10.1016/j.aos.2004.10.003
- Hertog, M. L., Uysal, I., McCarthy, U., Verlinden, B. M., & Nicolaï, B. M. (2014). Shelf life modelling for first-expired-first-out warehouse management. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 20130306. doi:10.1098/rsta.2013.0306
- Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(46), 16569-16572. doi:10.2307/4152261
- Hopwood, A. G. (1972). An empirical study of the role of accounting data in performance evaluation. *Journal of Accounting Research*, 10, 156-182. doi:10.2307/2489870
- Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 372(2017), 20130302. doi:10.1098/rsta.2013.0302
- Kaipia, R., Dukovska-Popovska, I., & Loikkanen, L. (2013). Creating sustainable fresh food supply chains through waste reduction. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 43(3), 262-276. doi:10.1108/IJPDLM-11-2011-0200
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1992). The balanced scorecard: Measures that drive performance. *Harvard Business Review*, 70(1), 71-79. Retrieved from <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=9161>
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1995) Putting the balanced scorecard to work. In D. G. Shaw, C. E. Schneier, R. W. Beatty, & L. S. Baird (Eds.), *Performance measurement, management, and appraisal sourcebook* (Vol. 66, pp. 66-79). Amherst, USA: Human Resource Development.
- Kiran, E. U., Trzcinski, A. P., Ng, W. J., & Liu, Y. (2014). Bioconversion of food waste to energy: A review. *Fuel*, 134, 389-399. doi:10.1016/j.fuel.2014.05.074
- Kummu, M., Moel, H. De, Porkka, M., Siebert, S., Varis, O., & Ward, P. J. (2012). Lost food, wasted resources: Global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertiliser use. *Science of the Total Environment*, 438, 477-489. doi:10.1016/j.scitotenv.2012.08.092
- Liboni, L. B., Cesarino, L. O., Jabbour, C. J. C., Oliveira, B. G., & Stefanelli, N. O. (2019). Smart industry and the pathways to HRM 4.0: Implications for SCM. *Supply Chain Management: An International Journal*, 24(1), 124-146. doi:10.1108/SCM-03-2018-0150
- Lopes, M. A., & Martins, R. A. (2021). Mapping the impacts of Industry 4.0 on performance measurement systems". *IEEE Latin America Transactions*, 19(11), 1912-1923. Retrieved from <https://latamt.ieeer9.org/index.php/transactions/article/view/4807>
- Lundqvist, J., Fraiture, C. de, & Molden, D. (2008). Saving water: From field to fork: Curbing losses and wastage in the food chain. Stockholm, Sweden: Stockholm International Water Institute. Retrieved from https://www.siwi.org/wp-content/uploads/2015/09/PB_From_Filed_to_fork_2008.pdf
- Luo, J., Ji, C., Qiu, C., & Jia, F. (2018). Agri-food supply chain management: Bibliometric and content analyses. *Sustainability*, 10(5), 1573. doi:10.3390/su10051573
- Maestrini, V., Maccarrone, P., Caniato, F., & Luzzini, D. (2018). Supplier performance measurement systems: Communication and reaction modes. *Industrial Marketing Management*, 74, 298-308. doi: 10.1016/j.indmarman.2018.07.002
- Mahama, H. (2006). Management control systems, cooperation and performance in strategic supply relationships: A survey in the mines. *Management Accounting Research*, 17(3), 315-339. doi: 10.1016/j.mar.2006.03.002
- Melnik, S. A., Bititci, U., Platts, K., Tobias, J., & Andersen, B. (2014). Is performance measurement and management fit for the future? *Management Accounting Research*, 25(2), 173-186. doi:10.1016/j.mar.2013.07.007
- Menna, F. De, Dietershagen, J., Loubiere, M., & Vittuari, M. (2018). Life cycle costing of food waste: A review of methodological approaches. *Waste Management*, 73, 1-13. doi:10.1016/j.wasman.2017.12.032

- Mirabella, N., Castellani, V., & Sala, S. (2014). *Current options for the valorization of food manufacturing waste: A review.* *Journal of Cleaner Production*, 65, 28-41. doi:10.1016/j.jclepro.2013.10.051
- Mishra, D., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., & Dubey, R. (2018). *Supply chain performance measures and metrics: A bibliometric study.* *Benchmarking: An International Journal*, 25 (3), 932-967. doi:10.1108/BM-08-2017-0224
- Morioka, S. N., Iritani, D. R., Ometto, A. R., & Carvalho, M. M. D. (2018). Revisão sistemática da literatura sobre medição de desempenho de sustentabilidade corporativa: Uma discussão sobre contribuições e lacunas. *Gestão & Produção*, 25(2), 284-303. doi:10.1590/0104-530X2720-18
- Moustafa, G. Y., Galal, N. M., & El-Kilany, K. S. (2018, December). *Sustainable dynamic pricing for perishable food with stochastic demand.* In IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM). Bangkok, Thailand.
- Naidoo, M., & Gasparatos, A. (2018). *Corporate environmental sustainability in the retail sector: Drivers, strategies and performance measurement.* *Journal of Cleaner Production*, 203, 125-142. doi:10.1016/j.jclepro.2018.08.253
- Neely, A. (1999). *The performance measurement revolution: Why now and what next?* *International Journal of Operations & Production Management*, 19(2), 205-228. doi:10.1108/01443579910247437
- Neely, A., Gregory, M., & Platts, K. (1995). *Performance measurement system design: A literature review and research agenda.* *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), 80-116. doi:10.1108/01443579510083622
- Nudurupati, S. S., Bititci, U. S., Kumar, V., & Chan, F. T. (2011). State of the art literature review on performance measurement. *Computers & Industrial Engineering*, 60(2), 279-290. doi:10.1016/j.cie.2010.11.010
- Nudurupati, S. S., Tebboune, S., & Hardman, J. (2016). *Contemporary performance measurement and management (PMM) in digital economies.* *Production Planning & Control*, 27(3), 226-235. doi:10.1080/09537287.2015.1092611
- Oelofse, S. H., & Nahman, A. (2013). *Estimating the magnitude of food waste generated in South Africa.* *Waste Management & Research*, 31(1), 80-86. doi:10.1177/0734242X12457117
- Orjuela-Castro, J. A., Orejuela-Cabrera, J. P., & Adarme-Jaimes, W. (2019). *Last mile logistics in mega-cities for perishable fruits.* *Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 318-327. doi:10.3926/jiem.2770
- Papargyropoulou, E., Lozano, R., Steinberger, J. K., Wright, N., & Ujang, Z. bin. (2014). *The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste.* *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115. doi:10.1016/j.jclepro.2014.04.020
- Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). *Food waste within food supply chains: Quantification and potential for change to 2050.* *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3065-3081. doi:10.2307/20752997
- Pauer, E., Wohner, B., Heinrich, V., & Tacker, M. (2019). *Assessing the environmental sustainability of food packaging: An extended life cycle assessment including packaging-related food losses and waste and circularity assessment.* *Sustainability*, 11(3), 925. doi:10.3390/su11030925
- Pirani, S. I., & Arafat, H. A. (2016). *Reduction of food waste generation in the hospitality industry.* *Journal of Cleaner Production*, 132, 129-145. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.146
- Raak, N., Symmank, C., Zahn, S., Aschemann-Witzel, J., & Rohm, H. (2017). *Processing-and product-related causes for food waste and implications for the food supply chain.* *Waste Management*, 61, 461-472. doi:10.1016/j.wasman.2016.12.027
- Rezaei, M., Shirazi, M. A., & Karimi, B. (2017). *IoT-based framework for performance measurement.* *Industrial Management & Data Systems*, 117(4), 688-712. doi: 10.1108/IMDS-08-2016-0331
- Searchinger, T., Waite, R., Hanson, C., Ranganathan, J., Dumas, P., & Matthews, E. (2018). *Creating a sustainable food future: A menu of solutions to feed nearly 10 billion people by 2050.* World Resources Institute. Retrieved from <https://www.wri.org/research/creating-sustainable-food-future>
- Sel, Ç., Pınarbaşı, M., Soysal, M., & Çimen, M. (2017). *A green model for the catering industry under demand uncertainty.* *Journal of Cleaner Production*, 167, 459-472. doi:10.1016/j.jclepro.2017.08.100
- Simons, R., Russ-Eft, D., Preskill, H., Tejada, R. A., Negrini, S. D., Corrales, M. M., ... Román, I. (2000). *Performance measurement and control systems for implementing strategy* (N. D10 276). Tegucigalpa, Honduras: IICA.
- Simons, T. (1995). *Top management team consensus, heterogeneity, and debate as contingent predictors of company performance: The complimentarity of group structure and process.* In *Academy of Management Proceedings*, 1995(1), 62-66. doi:10.5465/AMBPP.1995.17536282
- Soysal, M., Bloemhof-Ruwaard, J. M., Hajema, R., & Vorst, J. G. van der. (2018). *Modeling a green inventory routing problem for perishable products with horizontal collaboration.* *Computers & Operations Research*, 89, 168-182. doi:10.1016/j.cor.2016.02.003
- Steur, H. De, Wesana, J., Dora, M. K., Pearce, D., & Gellynck, X. (2016). *Applying value stream mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review.* *Waste Management*, 58, 359-368. doi:10.1016/j.wasman.2016.08.025
- Stuart, T. (2009). *Waste: Uncovering the global food scandal.* W. W. Norton & Company. New York, Estados Unidos.
- Szymczak, M., Ryciuk, U., Leończuk, D., Piotrowicz, W., Witkowski, K., Nazarko, J., & Jakuszewicz, J. (2018). *Key factors for information integration in the supply chain—measurement, technology and information characteristics.* *Journal of Business Economics and Management*, 19(5), 759-776. doi:org/10.3846/jbem.2018.6359

- Tscharntke, T., Clough, Y., Wanger, T. C., Jackson, L., Motzke, I., Perfecto, I., ... Whitbread, A. (2012). *Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification*. *Biological Conservation*, 151(1), 53-59. doi:10.1016/j.biocon.2012.01.068
- Waarts, Y. R., Eppink, M., Oosterkamp, E. B., Hiller, S. R. C. H., Sluis, A. A. Van Der, & Timmermans, T. (2011). *Reducing food waste: Obstacles experienced in legislation and regulations* (N. 2011-059). Landbouw-Economisch Institut (LEI), Wageningen University and Research Centre (WUR). Wageningen, Países Baixos.
- Wamba, S. F., Akter, S., Edwards, A., Chopin, G., & Gnanzou, D. (2015). *How 'big data' can make big impact: Findings from a systematic review and a longitudinal case study*. *International Journal of Production Economics*, 165, 234-246. doi:10.1016/j.ijpe.2014.12.031
- West, P. C., Gerber, J. S., Engstrom, P. M., Mueller, N. D., Brauman, K. A., Carlson, K. M., ... Siebert, S. (2014). *Leverage points for improving global food security and the environment*. *Science*, 345(6194), 325-328. doi:10.1126/science.1246067
- Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). *Internet of things in industries: A survey*. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 10(4), 2233-2243. doi:10.1109/TII.2014.2300753
- Zupic, I., & Čater, T. (2015). *Bibliometric methods in management and organization*. *Organizational Research Methods*, 18(3), 429-472. doi:10.1177/1094428114562629

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Paulo Henrique Amorim Santos e Roberto Antonio Martins trabalharam na conceitualização e abordagem teórica-metodológica. Os autores conduziram juntos a revisão teórica, a coleta e a análise de dados. Ambos participaram da redação e revisão final do manuscrito.