

Influential Article Review - Accounting for Sustainability in the Modern Industry

Lola Watts

Bennie Lyons

Nancy Collier

This paper examines management and sustainability. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: The paper seeks to examine how, through environmental accounting, the broader context of corporate sustainability could be incorporated into the developing vision for Industry 4.0, the fourth industrial revolution. An argument is developed that through engagement of the profession environmental accounting could be enhanced and could piggy-back at little extra cost on large actual and potential investments being made in Industry 4.0 infrastructure designed for digitisation of business. Industry 4.0 could be used successfully as a basis upon which to leverage both external environmental accounting and environmental management accounting. A new academic research program is suggested aimed at establishing how Industry 4.0 might facilitate more accurate, high quality, real time environmental management accounting and external environmental reporting in relevant sectors, company sizes, across different management roles and collaborative settings, as well as in supply and value chains. Ways are outlined in which accountants, professional associations and government can help capture the benefits of Industry 4.0 for environmental accounting. These include education and training opportunities and building on efficiency and lower cost notions which are a key part of Industry 4.0. This innovative paper provides first research into the potential of current and expected large investments throughout the world in Industry 4.0 to provide a foundation for improvements in corporate sustainability through greater take up of environmental accounting. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: Industry 4.0, Environmental accounting, Environmental management accounting, External environmental reporting, Internet of Things, Internet of Services, Cyber-physical Systems, Transdisciplinarity

SUMMARY

- Implications for academics. Academics could help in two main ways. First they could adopt a research agenda to address environmental accounting issues which might be able to be solved in an Industry 4.0 setting and, second, they could explore ways in which environmental accounting education could be improved. The research agenda could consider how external environmental accounting and environmental management accounting could piggy-back on the potential of Industry

4.0 for providing new, more accurate, better quality, real time physical and monetary data about businesses.

- It would be of use for academic research to establish the sectors in which Industry 4.0 is likely to have the greatest impact and where environmentally sensitive issues arise as it is in these sectors where improvements in environmental reporting and decision making are likely to be the most effective. To date Industry 4.0 has tended to focus on potential gains for capital intensive industries, such as aviation, oil and gas, transportation, power generation and distribution, manufacturing, healthcare and mining . The environmental accounting literature has looked at industries affecting and affected by environmental issues such as water security and greenhouse gas emissions . Identifying and exploring overlaps between expected Industry 4.0 impact sectors and environmentally sensitive sectors could be the subject of academic research to help gain the highest leverage for advancement of environmental accounting to improve corporate environmental performance.
- A potentially important second strand of academic research would be to examine the size of companies most likely affected by Industry 4.0 as those companies could experience the benefits of faster connectivity and higher quality data and would be suitable targets for increasing the rate of environmental accounting take up. At present the size of companies targeted by Industry 4.0 is not clear. To date much of the potential for Industry 4.0 seems to have been aimed at large, multinational companies . However, it is also argued that small and medium sized enterprises are not but should be involved .
- One critical issue is whether practitioners, acting as providers of professional services, are prepared to take on a bigger role than conventional accounting embraces. The emergence of Industry 4.0 and environmental sustainability are two settings within which accounting can broaden its scope, especially through the area of environmental accounting. Raising awareness of the potential changing scope of accounting work is being discussed by professional accounting bodies as part of their thought leadership . Signatures of Industry 4.0 are noted in the context of exponential increases in computer processing power, connected work that can be completed almost anywhere in the world, and automation replacing mundane, repetitive tasks of accounting, audit and taxation as well as the need to keep on top of environmental sustainability as a hot topic . Professional services firms can be influenced by both or neither.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

We used the following article as a basis of our evaluation:

Burritt, R., & Christ, K. (2016). Industry 4.0 and environmental accounting: a new revolution? *Asian Journal of Sustainability and Social Responsibility*, 1(1), 23–38.

This is the link to the publisher's website:

<https://ajssr.springeropen.com/articles/10.1186/s41180-016-0007-y>

INTRODUCTION

The previous three decades have brought a burgeoning interest in corporate sustainability to the fore. Not only are members of the public demanding organisations treat natural resources such as water, air, and soil with respect, government and non-government organisations are encouraging corporations to undertake activities in a manner that is economically, environmentally and socially sustainable. However, beyond the need to satisfy external stakeholders, organisations have also begun to realise the benefit associated with proactive environmental activity.

In 1995, Porter and van der Linde argued that pollution equates to inefficiency and that inefficiency is in turn a source of economic disadvantage. Thus pollution prevention represents an opportunity for business

entities to improve their financial performance through, for example, enhanced productivity and innovation. The work of Porter and van der Linde (1995) was an important step towards establishing what has become known as the ‘business case’ for sustainability. Their work challenged the long held belief that acting ‘environmentally’ could only ever be seen as a source of expense.

Notwithstanding the aforesaid shift in conventional thought, in reality the notion of environmentally friendly action as a potential business opportunity was not always intuitive to managers. Thus there was a need for tools to be developed that would allow them to assess how their organisation is impacted by environmental matters and how in turn, it impacts the environment in which it operates. This need gave rise to the development of environmental accounting in the 1990s. Environmental accounting goes beyond generic environmental management as it encourages an integrated approach to economic and environmental control which allows win-win scenarios, and sometimes potential trade-offs, to be identified and an appropriate course of action selected.

There is no denying environmental accounting has come a long way in 30 years. Nonetheless, many studies still report a lack of engagement on the part of business entities. One reason for these observations may be a lack of appropriate data, or the technology to collect appropriate data, combined with the inherent complexity of corporate sustainability as a concept (Searcy and Elkhawas, 2012; Wiedmann and Barrett, 2010). Lack of timely and accurate data could undermine the credibility of environmental accounting efforts in the long-term and render the practice open to accusations of greenwashing (Hsu et al., 2013). However, the industrialised world is on the cusp of a new stage in its evolutionary development which looks set to change the nature of environmental accounting forever: Industry 4.0.

Industry 4.0, sometimes referred to as the fourth industrial revolution or Internet of Things, is a concept that originated in Germany (Davies, 2015). In short it is argued that advanced information technology and social media networks will allow businesses, facilities and machines throughout the value chain to share data in real time and use smart networks to develop a level of self-awareness that was not previously possible. This will allow the machines that manufacture products themselves to “suggest task arrangements and adjust operational parameters to maximise productivity and product quality” (Lee et al., 2014, p. 5). To date focus on the development of Industry 4.0 has been on reduced errors, improved product quality, freeing humans from menial and/or dangerous tasks and providing consumers with the products they desire at times when they desire them. Resource efficiency is also mentioned but an understanding of how the broader context of corporate sustainability could be incorporated into this agenda, remains underdeveloped. This paper seeks to examine this issue in the context of environmental accounting. In doing so the following research question will be considered:

How might Industry 4.0, or the Internet of Things, be employed to enhance the outcome of environmental accounting initiatives?

The paper proceeds as follows. Problems with environmental accounting initiatives section examines the data gathering problems of environmental accounting techniques. An overview of Industry 4.0 is provided in the Overview of industry 4.0 section. Using the impetus from industry 4.0 for environmental accounting section explores how to capture the impetus of Industry 4.0 to contemplate enhancements in environmental accounting, while Discussion - capturing the potential of industry 4.0 for environmental accounting section concludes the paper.

CONCLUSION

Industry 4.0 presents a speculative vision of an advanced networked commercial society. Accompanying but currently not included in this vision for more highly digitised industries and trade is the possibility for improved corporate environmental performance and a stronger role for environmental accounting. Based on superior data availability, especially about opportunities for pollution and waste prevention, networked commercial societies of the future could be designed with digital data being made available in real time to monitor and certify optimal corporate environmental and monetary performance. However, there are no guarantees that the current vision for Industry 4.0 will be used to help address environmental crises, except by chance. Better than chance would be investigation by academics,

practitioners and policy makers of How Industry 4.0, or the Internet of Things, might be employed to enhance the outcome of environmental accounting initiatives.

The paper raises questions for academics to explore and practitioners and policy makers to consider as Industry 4.0 holds the potential to facilitate better understanding of the value to the business of environmental accounting through greater transparency, reduction of the possibility of greenwash and brownwash, focus on the sectors and size of firms that matter most, etc. The marginal investment cost of such facilitation could be very low as generation of numbers revealing environmental performance for decision making and reporting could piggy-back on the large investments in infrastructure already being made to improve digitisation and connectivity. These investments would be sunk costs as far as environmental accounting is concerned but for those promoting Industry 4.0 could be seen as presenting additional benefits previously not considered.

Industry 4.0 development provides the background upon which environmental accounting tools could be enhanced. In particular, the tools could bring together measures of environmental and economic performance to demonstrate joint benefits in real time, more accurately and with higher quality data than has been possible before the spread of new digital technologies such as the Internet of Things and Services, and Cyber-physical Systems. Industry 4.0 networking of innovative computer systems channeling operational data to a common base, such as the cloud, for potential interrogation by multiple managers with different professional backgrounds and roles, multiple external stakeholder groups with their own interests and cultures, across multiple countries facing multiple environmental opportunities and concerns potentially holds great potential for securing the benefits of environmental accounting for larger companies. But if the Industry 4.0 vision extends further it has the potential to provide a platform for the take-up of environmental accounting by multitudinous smaller companies. As argued in the paper both present an opportunity and a challenge needing the attention of academics, practitioners and policy makers. Asian countries, particularly China with its heavy investment in Industry 4.0 and concerns over environmental issues associated with growth, might be prime contenders to take up this challenge.

REFERENCES

- Atzori L, Iera A, Morabito G (2010) The internet of things: A survey. *Comput Netw* 54(15):2787–2805
- Baur C, Wee D (2015) Manufacturing's next act., Available at:
http://www.mckinsey.com/insights/manufacturing/manufacturings_next_act Accessed 22 July 2016
- Brown DL, Dillard JF, Marshall RS (2005) Strategically informed, environmentally conscious information requirements for accounting information systems. *J Inf Sys* 19(2):79–103
- Burritt R, Schaltegger S, Zvezdov D (2011) Carbon Management Accounting: Explaining Practice in Leading German Companies. *Aust Account Rev* 56(21):80–98
- Burritt RL, Hahn T, Schaltegger S (2002) Towards a comprehensive framework for environmental management accounting—Links between business actors and environmental management accounting tools. *Aust Account Rev* 12(27):39–50
- Christ KL (2014) Water management accounting and the wine supply chain: Empirical evidence from Australia. *Brit Account Rev* 46(4):379–396
- Christ KL, Burritt RL (2015) Material flow cost accounting: a review and agenda for future research. *J Clean Prod* 108:1378–1389
- Cooper B (2015) Class of 2025: The Future Finance Professional. In: Evans E, Burritt R, Guthrie J (eds) *Future Proofing the Profession: Preparing Business Leaders and Finance Professionals for 2025*, vol 6, Academic Leadership Series Chartered Accountants Australia and New Zealand/RMIT University., pp 81–87
- Cormier D, Magnan M (2015) The economic relevance of environmental disclosure and its impact on corporate legitimacy: An empirical investigation. *Bus Strat Emt* 24(6):431–450
- Davies R (2015) Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth, Briefing for the European Parliament (PE 568.337) September 2015. European Parliamentary Research Service

- Dawson R (2015) What is the Future of Work? In: Evans E, Burritt R, Guthrie J (eds) Future Proofing the Profession: Preparing Business Leaders and Finance Professionals for 2025, vol 6, Academic Leadership Series. Chartered Accountants Australia and New Zealand/RMIT University., pp 25–33
- Deegan C, Gordon B (1996) A study of the environmental disclosure practices of Australian corporations. *Account Bus Res* 26(3):187–199
- Deegan C, Rankin M (1996) Do Australian companies report environmental news objectively? An analysis of environmental disclosures by firms prosecuted successfully by the Environmental Protection Authority. *Account Audit Account J* 9(2):50–67
- Deloitte (2015) Industry 4.0. Challenges and solutions for the digital transformation and use of exponential technologies. Deloitte AG, Zurich
- Ditz D, Ranganathan J, Banks RD (1999) Green Ledgers. In: Bennett M, James P (eds) The green bottom line: environmental accounting for management; current practice and future trends. Greenleaf, Sheffield
- Epstein MJ (1996) Improving environmental management with full environmental cost accounting. *Environ Qual Manag* 6(1):11–22
- EY (2016) The rise of Industry 4.0., Available at: <http://performance.ey.com/2015/07/17/the-rise-of-industry-4-0/>. Accessed 21 July 2016
- General Electric Company and Accenture (2014) Industrial Internet Insights Report for 2015., Available at: https://www.accenture.com/au-en/_acnmedia/Accenture/next-gen/reassembling-industry/pdf/Accenture-Industrial-Internet-Changing-Competitive-Landscape-Industries.pdf Accessed 17 July 2016
- Germany Trade and Invest (2014) INDUSTRIE 4.0. Smart Manufacturing for the Future. Germany Trade and Invest, Berlin
- Gray J, Hughes M (2016) Insight. Industry 4.0: It's The Future, But We've Been There Before. Digital Transformation. Hitashi Consulting, Dallas
- Guthrie J, Evans E, Burritt R (2015) Work: Past, Present and Future. In: Evans E, Burritt R, Guthrie J (eds) Future Proofing the Profession: Preparing Business Leaders and Finance Professionals for 2025, vol 6, Academic Leadership Series. Chartered Accountants Australia and New Zealand/RMIT University., pp 9–22
- Herzig C, Viere T, Schaltegger S, Burritt RL (2012) Environmental Management Accounting: Case Studies of South-East Asian Companies. Routledge, Abingdon, Oxon, New York
- Hrasky S (2011) Carbon footprints and legitimation strategies: symbolism or action? *Account Audit Account J* 25(1):174–198
- Hsu CW, Lee WH, Chao WC (2013) Materiality analysis model in sustainability reporting: A case study at Lite-On Technology Corporation. *J Clean Prod* 57:142–151
- International Federation of Accountants (IFAC) (2005) International Guidance Document on Environmental Management Accounting. IFAC, New York
- International Organization for Standardization (ISO) (2011) ISO 14051, Environmental Management - Material Flow Cost Accounting. General Framework. ISO, Geneva
- Kagermann H (2015) Change Through Digitization—Value Creation in the Age of Industry 4.0. In: Albach H, Meffert H, Pinkwart A, Reichwald R (eds) Management of Permanent Change. Springer Fachmedien, Wiesbaden, pp 23–45
- Kim EH, Lyon TP (2014) Greenwash vs. brownwash: Exaggeration and undue modesty in corporate sustainability disclosure. *Organ Sci* 26(3):705–723
- Kokubu K, Kitada H (2015) Material flow cost accounting and existing management perspectives. *J Clean Prod* 108:1279–1288
- KPMG (2015) Industry 4.0. The fourth industrial revolution. “How does the factory of the future look like?“, Available at: <http://performance.ey.com/2015/07/17/the-rise-of-industry-4-0/>. Accessed 21 July 2016

- Lee J, Kao H-A, Yang S (2014) Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment. *Procedia CIRP* 16:3–8
- Olle W, Claus D (2015) Industry 4.0 Needs SMEs. Chemnitz Automotive Institute (CATI) and CARNET GmbH, Chemnitz Technical University, Chemnitz
- Phillips PS, Read AD, Green AE, Bates MP (1999) UK waste minimization clubs: a contribution to sustainable waste management. *Resour Conserv Recy* 27:217–247
- Porter ME, van der Linde C (1995) Green and Competitive: Ending the Stalemate. *Harvard Bus Rev* 73(5):120–134
- PwC (2016) Industry 4.0., Available at: <http://www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html> Accessed 21 July 2016
- Scavone GM (2006) Challenges in internal environmental management reporting in Argentina. *J Clean Prod* 14(14):1276–1285
- Schaltegger S, Burritt R (2000) Contemporary environmental accounting: issues, concepts and practice. Greenleaf, Sheffield
- Schaltegger S, Burritt R, Petersen H (2003) An introduction to corporate environmental management: Striving for sustainability. Greenleaf Publishing Limited, Sheffield
- Searcy C, Elkhawas D (2012) Corporate sustainability ratings: an investigation into how corporations use the Dow Jones Sustainability Index. *J Clean Prod* 35:79–92
- Seele P (2016) Digitally unified reporting: how XBRL-based real-time transparency helps in combining integrated sustainability reporting and performance control. *J Clean Prod* 136(Part A):65–77
- Sommer L (2015) Industrial revolution-industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *J Ind Eng Manag* 8(5):1512
- Staniskis JK, Stasiskiene Z (2006) Environmental management accounting in Lithuania: exploratory study of current practices, opportunities and strategic intents. *J Clean Prod* 14(14):1252–1261
- Staufen AG (2016) China – Industry 4.0 Index 2015. Industry 4.0 and Lean., Available at: http://www.staufen.ag/fileadmin/hq/survey/STAUFEN.-studie-china-industrie_4_0-index-2015-EN.pdf Accessed 3 May 2016
- Tingey-Holyoak J, Pisaniello J, Burritt RL (2014) The need for Engineering Accounting: Identifying current and future demand and supply. Report to the Institute of Chartered Accountants in Australia, Sydney
- US Environmental Protection Agency (US EPA) (1995) Introduction to environmental accounting. US EPA, Washington DC
- Van Thienen S, Clinton A, Mahto M, Sniderman B (2016) Industry 4.0 and the chemicals industry. Catalyzing transformation through operations improvement and business growth. Deloitte University Press, Oakland, USA.
- Viere T, von Enden J, Schaltegger S (2011) Life cycle and supply chain information in environmental management accounting: a coffee case study. In: Burritt RL et al. (eds.), *Environmental Management Accounting and Supply Chain Management*, Springer Science+Business Media B.V., Dordrecht, Netherlands, pp. 23-40.
- Wiedmann T, Barrett J (2010) A review of the ecological footprint indicator—perceptions and methods. *Sustain* 2(6):1645–1693
- Wübbecke J, Conrad B (2015) Industrie 4.0: Will German Technology Help China Catch Up with the West? *China Monitor* 23:1–10

TRANSLATED VERSION: SPANISH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUCIDA: ESPAÑOL

A continuación se muestra una traducción aproximada de las ideas presentadas anteriormente. Esto se hizo para dar una comprensión general de las ideas presentadas en el documento. Por favor, disculpe cualquier error gramatical y no responsabilite a los autores originales de estos errores.

INTRODUCCIÓN

Las tres décadas anteriores han puesto en buen estado el creciente interés en la sostenibilidad corporativa. Los miembros del público que exigen a las organizaciones no sólo tratan los recursos naturales como el agua, el aire y el suelo con respeto, sino que las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales están animando a las corporaciones a emprender actividades de manera económica, ambiental y socialmente sostenible. Sin embargo, más allá de la necesidad de satisfacer a las partes interesadas externas, las organizaciones también han comenzado a darse cuenta del beneficio asociado con la actividad ambiental proactiva.

En 1995, Porter y van der Linde argumentaron que la contaminación equivale a ineficiencia y que la ineficiencia es a su vez una fuente de desventaja económica. Por lo tanto, la prevención de la contaminación representa una oportunidad para que las entidades empresariales mejoren sus resultados financieros a través, por ejemplo, de una mayor productividad e innovación. El trabajo de Porter y van der Linde (1995) fue un paso importante hacia el establecimiento de lo que se ha conocido como el "caso de negocios" para la sostenibilidad. Su trabajo desafió la creencia de que actuar "ambientalmente" sólo podía ser visto como una fuente de gastos.

A pesar del mencionado cambio en el pensamiento convencional, en realidad la noción de acción respetuosa con el medio ambiente como oportunidad de negocio potencial no siempre fue intuitiva para los gerentes. Por lo tanto, era necesario desarrollar herramientas que les permitieran evaluar cómo su organización se ve afectada por cuestiones ambientales y cómo, a su vez, impacta en el medio ambiente en el que opera. Esta necesidad dio lugar al desarrollo de la contabilidad ambiental en la década de 1990. La contabilidad ambiental va más allá de la gestión ambiental genérica, ya que fomenta un enfoque integrado del control económico y ambiental que permite identificar escenarios de ganar-ganar, y a veces posibles compensaciones, y seleccionar un curso de acción adecuado.

No se puede negar que la contabilidad ambiental ha recorrido un largo camino en 30 años. Sin embargo, muchos estudios todavía informan de la falta de compromiso por parte de las entidades empresariales. Una de las razones de estas observaciones puede ser la falta de datos adecuados, o la tecnología para recopilar datos apropiados, combinados con la complejidad inherente de la sostenibilidad corporativa como concepto (Searcy y Elkhawas, 2012; Wiedmann y Barrett, 2010). La falta de datos oportunos y precisos podría socavar la credibilidad de los esfuerzos de contabilidad ambiental a largo plazo y hacer que la práctica se abriera a acusaciones de verdoceo (Hsu et al., 2013). Sin embargo, el mundo industrializado está en la cúspide de una nueva etapa en su desarrollo evolutivo que parece estar a punto de cambiar la naturaleza de la contabilidad ambiental para siempre: Industria 4.0.

La industria 4.0, a veces conocida como la cuarta revolución industrial o Internet de las cosas, es un concepto que se originó en Alemania (Davies, 2015). En resumen, se argumenta que la tecnología avanzada de la información y las redes sociales permitirán a las empresas, instalaciones y máquinas de toda la cadena de valor compartir datos en tiempo real y utilizar redes inteligentes para desarrollar un nivel de autoconciencia que antes no era posible. Esto permitirá a las máquinas que fabrican productos ellos mismos "sugerir arreglos de tareas y ajustar los parámetros operativos para maximizar la productividad y la calidad del producto" (Lee et al., 2014, p. 5). Hasta la fecha, centrarse en el desarrollo de la Industria 4.0 se ha centrado en la reducción de errores, la mejora de la calidad del producto, la liberación de los seres humanos de tareas meniales y/o peligrosas y la pro de los consumidores los productos que desean en momentos en que los desean. También se menciona la eficiencia de los recursos, pero sigue estando subdesarrollado una comprensión de cómo podría incorporarse el contexto más amplio de la sostenibilidad corporativa en esta

agenda. Este documento trata de examinar esta cuestión en el contexto de la contabilidad ambiental. Al hacerlo, se considerará la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo podría emplearse la Industria 4.0, o el Internet de las Cosas, para mejorar el resultado de las iniciativas de contabilidad ambiental?

El documento procede de la siguiente manera. La sección Problemas con las iniciativas de contabilidad ambiental examina los problemas de recopilación de datos de las técnicas de contabilidad ambiental. En la sección Visión general de la industria 4.0 se ofrece una visión general de la industria 4.0. El uso del impulso de la industria 4.0 para la sección de contabilidad ambiental explora cómo capturar el impulso de la Industria 4.0 para contemplar mejoras en la contabilidad ambiental, mientras que la discusión - capturando el potencial de la industria 4.0 para la sección de contabilidad ambiental concluye el documento.

CONCLUSIÓN

La industria 4.0 presenta una visión especulativa de una sociedad comercial en red avanzada. Acompañar pero no estar incluido en esta visión de industrias y comercio más altamente digitalizados es la posibilidad de mejorar el desempeño ambiental corporativo y un papel más fuerte para la contabilidad ambiental. Sobre la base de una disponibilidad superior de datos, especialmente sobre las oportunidades de prevención de la contaminación y los residuos, las sociedades comerciales en red del futuro podrían diseñarse con datos digitales disponibles en tiempo real para supervisar y certificar el rendimiento ambiental y monetario corporativo óptimo. Sin embargo, no hay garantías de que la visión actual de la Industria 4.0 se utilice para ayudar a abordar las crisis ambientales, excepto por casualidad. Mejor que el azar sería la investigación por parte de académicos, profesionales y responsables políticos de Cómo podría emplearse la Industria 4.0, o el Internet de las Cosas, para mejorar el resultado de las iniciativas de contabilidad ambiental.

El documento plantea interrogantes para que los académicos exploren y los profesionales y los responsables políticos consideren como Industria 4.0 el potencial de facilitar una mejor comprensión del valor para el negocio de la contabilidad ambiental a través de una mayor transparencia, reducción de la posibilidad de lavado verde y lavado marrón, enfoque en los sectores y el tamaño de las empresas que más importan, etc. El costo marginal de inversión de esa facilitación podría ser muy bajo, ya que la generación de números que revelan el desempeño ambiental para la toma de decisiones y la presentación de informes podría respaldar las grandes inversiones en infraestructura que ya se están realizando para mejorar la digitalización y la conectividad. Estas inversiones serían costos hundidos en lo que respecta a la contabilidad ambiental, pero para aquellos que promueven la Industria 4.0 podría considerarse que presentan beneficios adicionales que antes no se habían considerado.

El desarrollo de la industria 4.0 proporciona los antecedentes sobre los que podrían mejorarse las herramientas de contabilidad ambiental. En particular, las herramientas podrían reunir medidas de desempeño ambiental y económico para demostrar beneficios conjuntos en tiempo real, con mayor precisión y con datos de mayor calidad de lo que ha sido posible antes de la difusión de nuevas tecnologías digitales como el Internet de las cosas y los servicios y los sistemas ciberfísicos. La industria 4.0 redes de sistemas informáticos innovadores que canalizan datos operativos a una base común, como la nube, para el posible interrogatorio por múltiples gerentes con diferentes antecedentes y roles profesionales, múltiples grupos de interesados externos con sus propios intereses y culturas, en varios países que enfrentan múltiples oportunidades y preocupaciones ambientales potencialmente tiene un gran potencial para asegurar los beneficios de la contabilidad ambiental para las empresas más grandes. Pero si la visión de la Industria 4.0 se extiende aún más, tiene el potencial de proporcionar una plataforma para la toma de contabilidad ambiental por parte de empresas más pequeñas multitudinarias. Como se argumenta en el documento, tanto presentan una oportunidad como un desafío que necesita la atención de académicos, profesionales y responsables políticos. Los países asiáticos, en particular China con su fuerte inversión en la Industria 4.0 y sus preocupaciones sobre cuestiones ambientales relacionadas con el crecimiento, podrían ser los principales contendientes para asumir este desafío.

TRANSLATED VERSION: FRENCH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUITE: FRANÇAIS

Voici une traduction approximative des idées présentées ci-dessus. Cela a été fait pour donner une compréhension générale des idées présentées dans le document. Veuillez excuser toutes les erreurs grammaticales et ne pas tenir les auteurs originaux responsables de ces erreurs.

INTRODUCTION

Les trois décennies précédentes ont mis en évidence un intérêt croissant pour la durabilité des entreprises. Non seulement les membres du public exigent-ils des organisations qui traitent les ressources naturelles telles que l'eau, l'air et les sols avec respect, mais les organisations gouvernementales et non gouvernementales encouragent les entreprises à entreprendre des activités d'une manière économique, écologique et socialement durable. Toutefois, au-delà de la nécessité de satisfaire les parties prenantes externes, les organisations ont également commencé à tirer parti des avantages associés à une activité environnementale proactive.

En 1995, Porter et van der Linde ont soutenu que la pollution équivaut à de l'inefficacité et que l'inefficacité est à son tour une source de désavantage économique. Ainsi, la prévention de la pollution représente une occasion pour les entreprises d'améliorer leurs performances financières grâce, par exemple, à une productivité et à une innovation accrues. Le travail de Porter et van der Linde (1995) a été une étape importante vers l'établissement de ce qui est devenu connu comme l'analyse de rentabilisation pour la durabilité. Leur travail remettait en question la croyance de longue date selon laquelle le fait d'agir « sur le plan environnemental » ne pouvait être considéré que comme une source de dépenses.

Malgré le changement précité dans la pensée conventionnelle, en réalité, la notion d'action respectueuse de l'environnement en tant qu'occasion d'affaires potentielle n'était pas toujours intuitive pour les gestionnaires. Il était donc nécessaire de développer des outils qui leur permettraient d'évaluer l'impact de leur organisation sur les questions environnementales et l'impact qu'elle a sur l'environnement dans lequel elle opère. Ce besoin a donné lieu au développement de la comptabilité environnementale dans les années 1990. La comptabilité environnementale va au-delà de la gestion environnementale générique, car elle encourage une approche intégrée du contrôle économique et environnemental qui permet d'identifier des scénarios gagnant-gagnant, et parfois des compromis potentiels, et d'établir une ligne de conduite appropriée.

On ne peut nier que la comptabilité environnementale a fait beaucoup de chemin en 30 ans. Néanmoins, de nombreuses études font toujours état d'un manque d'engagement de la part des entités commerciales. L'une des raisons de ces observations peut être le manque de données appropriées, ou la technologie permettant de recueillir des données appropriées, combinée à la complexité inhérente de la durabilité de l'entreprise en tant que concept (Searcy et Elkhawas, 2012; Wiedmann et Barrett, 2010). L'absence de données opportunes et exactes pourrait miner la crédibilité des efforts de comptabilité environnementale à long terme et rendre cette pratique ouverte aux accusations de greenwashing (Hsu et al., 2013). Cependant, le monde industrialisé est à l'aube d'une nouvelle étape dans son développement évolutif qui semble prêt à changer la nature de la comptabilité environnementale à jamais: Industrie 4.0.

L'industrie 4.0, parfois appelée la quatrième révolution industrielle ou Internet des objets, est un concept qui est né en Allemagne (Davies, 2015). En bref, on soutient que les technologies de l'information de pointe et les réseaux de médias sociaux permettront aux entreprises, aux installations et aux machines tout au long de la chaîne de valeur de partager des données en temps réel et d'utiliser des réseaux intelligents pour développer un niveau de conscience de soi qui n'était pas possible auparavant. Cela permettra aux machines qui fabriquent elles-mêmes des produits de « suggérer des arrangements de tâches et d'ajuster les

paramètres opérationnels afin de maximiser la productivité et la qualité du produit » (Lee et al., 2014, p. 5). À ce jour, l'accent mis sur le développement de l'industrie 4.0 a été mis sur la réduction des erreurs, l'amélioration de la qualité des produits, la libération des humains de tâches subalternes et / ou dangereuses et de fournir aux consommateurs les produits qu'ils désirent à des moments où ils les désirent. L'efficacité des ressources est également mentionnée, mais la compréhension de la façon dont le contexte plus large de la durabilité des entreprises pourrait être intégré à ce programme demeure sous-développée. Le présent document vise à examiner cette question dans le contexte de la comptabilité environnementale. Ce faisant, la question de recherche suivante sera examinée :

Comment l'industrie 4.0, ou l'Internet des objets, pourrait-elle être utilisée pour améliorer les résultats des initiatives de comptabilité environnementale?

Le document procède comme suit. La section des problèmes liés aux initiatives en comptabilité environnementale examine les problèmes de collecte de données des techniques de comptabilité environnementale. Un aperçu de l'industrie 4.0 est fourni dans la section Vue d'ensemble de l'industrie 4.0. L'utilisation de l'impulsion de l'industrie 4.0 pour la section de comptabilité environnementale explore comment saisir l'impulsion de l'industrie 4.0 pour envisager des améliorations dans la comptabilité environnementale, tandis que la discussion - capturer le potentiel de l'industrie 4.0 pour la section de comptabilité environnementale conclut le document.

CONCLUSION

L'industrie 4.0 présente une vision spéculative d'une société commerciale en réseau avancée. La possibilité d'améliorer la performance environnementale des entreprises et de renforcer la comptabilité environnementale s'accompagne, mais n'est pas actuellement incluse dans cette vision des industries et du commerce plus numérisés. Sur la base d'une disponibilité supérieure des données, en particulier sur les possibilités de pollution et de prévention des déchets, les sociétés commerciales en réseau de l'avenir pourraient être conçues avec des données numériques mises à disposition en temps réel pour surveiller et certifier des performances optimales en matière d'environnement et de monnaie des entreprises. Toutefois, rien ne garantit que la vision actuelle de l'industrie 4.0 sera utilisée pour aider à faire face aux crises environnementales, sauf par hasard. Mieux que le hasard serait une enquête menée par des universitaires, des praticiens et des décideurs sur la façon dont l'industrie 4.0, ou l'Internet des objets, pourrait être utilisé pour améliorer les résultats des initiatives de comptabilité environnementale.

Le document soulève des questions que les universitaires doivent explorer et que les praticiens et les décideurs doivent considérer que l'industrie 4.0 a le potentiel de faciliter une meilleure compréhension de la valeur pour les activités de comptabilité environnementale grâce à une plus grande transparence, à la réduction de la possibilité de greenwash et de brownwash, à l'accent mis sur les secteurs et la taille des entreprises qui comptent le plus, etc. Le coût marginal d'investissement d'une telle facilitation pourrait être très faible, car la génération de chiffres révélant des performances environnementales pour la prise de décisions et les rapports pourrait revenir sur les investissements importants dans les infrastructures déjà réalisés pour améliorer la numérisation et la connectivité. Ces investissements entraîneraient des coûts irrécupérables en ce qui concerne la comptabilité environnementale, mais pour ceux qui font la promotion de l'industrie 4.0, on pourrait considérer que les avantages supplémentaires n'avaient pas été pris en considération auparavant.

Le développement de l'industrie 4.0 fournit l'arrière-plan sur lequel les outils de comptabilité environnementale pourraient être améliorés. En particulier, les outils pourraient réunir des mesures de performance environnementale et économique afin de démontrer des avantages communs en temps réel, avec plus de précision et avec des données de meilleure qualité qu'il n'a été possible avant la diffusion des nouvelles technologies numériques telles que l'Internet des objets et services et les systèmes cyberphysiques. L'industrie 4.0 mise en réseau de systèmes informatiques novateurs canalisant les données opérationnelles vers une base commune, comme le cloud, pour un interrogatoire potentiel par de multiples gestionnaires ayant des antécédents et des rôles professionnels différents, de multiples groupes d'intervenants externes ayant leurs propres intérêts et cultures, dans de nombreux pays confrontés à de

multiple possibilités et préoccupations environnementales, ont potentiellement un grand potentiel pour obtenir les avantages de la comptabilité environnementale pour les grandes entreprises. Mais si la vision de l'industrie 4.0 s'étend plus loin, elle a le potentiel de fournir une plate-forme pour l'utilisation de la comptabilité environnementale par des petites entreprises multitudinouses. Comme l'a soutenu le document, il s'agit d'une occasion et d'un défi nécessitant l'attention des universitaires, des praticiens et des décideurs. Les pays asiatiques, en particulier la Chine avec ses investissements lourds dans l'industrie 4.0 et les préoccupations sur les questions environnementales liées à la croissance, pourraient être les principaux prétendants à relever ce défi.

TRANSLATED VERSION: GERMAN

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

ÜBERSETZTE VERSION: DEUTSCH

Hier ist eine ungefähre Übersetzung der oben vorgestellten Ideen. Dies wurde getan, um ein allgemeines Verständnis der in dem Dokument vorgestellten Ideen zu vermitteln. Bitte entschuldigen Sie alle grammatikalischen Fehler und machen Sie die ursprünglichen Autoren nicht für diese Fehler verantwortlich.

EINLEITUNG

Die letzten drei Jahrzehnte haben ein wachsendes Interesse an unternehmerischer Nachhaltigkeit in den Vordergrund gerückt. Nicht nur, dass Mitglieder der öffentlichen, anspruchsvollen Organisationen natürliche Ressourcen wie Wasser, Luft und Boden mit Respekt behandeln, staatliche und nichtstaatliche Organisationen ermutigen Unternehmen, Aktivitäten in einer Weise zu betreiben, die wirtschaftlich, ökologisch und sozial nachhaltig ist. Über die Notwendigkeit hinaus, externe Interessenträger zufriedenzustellen, haben die Organisationen jedoch auch begonnen, den Nutzen zu erkennen, der mit proaktiven Umweltaktivitäten verbunden ist.

1995 argumentierten Porter und van der Linde, dass Umweltverschmutzung einer Ineffizienz gleichkomme und dass Ineffizienz wiederum eine Quelle wirtschaftlicher Nachteile sei. Daher stellt die Vermeidung von Umweltverschmutzung eine Chance für Unternehmen dar, ihre finanzielle Leistungsfähigkeit zu verbessern, beispielsweise durch verbesserte Produktivität und Innovation. Die Arbeit von Porter und van der Linde (1995) war ein wichtiger Schritt zur Etablierung des so genannten "Business Case" für Nachhaltigkeit. Ihre Arbeit stellte die lange gehegte Überzeugung in Frage, dass "Umwelt" immer nur als Eine Einnahmequelle gesehen werden könne.

Ungeachtet des vorgenannten Wandels des konventionellen Denkens war der Begriff des umweltfreundlichen Handelns als potenzielle Geschäftsmöglichkeit für Manager nicht immer intuitiv. Daher mussten Instrumente entwickelt werden, mit denen sie beurteilen können, wie ihre Organisation von Umweltfragen beeinflusst wird und wie sie sich wiederum auf die Umwelt auswirkt, in der sie tätig ist. Diese Notwendigkeit führte in den 90er Jahren zur Entwicklung der Umweltbuchhaltung. Die Umweltbuchhaltung geht über das allgemeine Umweltmanagement hinaus, da sie einen integrierten Ansatz für die Wirtschaftliche und Umweltkontrolle fördert, der es ermöglicht, Win-Win-Szenarien und manchmal potenzielle Kompromisse zu identifizieren und eine angemessene Vorgehensweise zu wählen.

Es ist nicht zu leugnen, dass die Umweltbuchhaltung in 30 Jahren einen langen Weg zurückgelegt hat. Dennoch berichten viele Studien immer noch von einem mangelnden Engagement von Unternehmen. Ein Grund für diese Beobachtungen könnte der Mangel an geeigneten Daten oder die Technologie zur Erfassung geeigneter Daten sein, kombiniert mit der inhärenten Komplexität der Nachhaltigkeit des Unternehmens als Konzept (Searcy und Elkhawas, 2012; Wiedmann und Barrett, 2010). Der Mangel an

zeitnahen und genauen Daten könnte die Glaubwürdigkeit der Umweltbuchhaltungsbemühungen langfristig untergraben und die Praxis für Vorwürfe der Greenwashing offen machen (Hsu et al., 2013). Die industrialisierte Welt steht jedoch kurz vor einer neuen Stufe ihrer evolutionären Entwicklung, die die Natur der Umweltbuchhaltung für immer verändern dürfte: Industrie 4.0.

Industrie 4.0, manchmal auch als vierte industrielle Revolution oder Internet der Dinge bezeichnet, ist ein Konzept, das seinen Ursprung in Deutschland hat (Davies, 2015). Kurz gesagt wird argumentiert, dass fortschrittliche Informationstechnologie und soziale Netzwerke es Unternehmen, Einrichtungen und Maschinen in der gesamten Wertschöpfungskette ermöglichen werden, Daten in Echtzeit auszutauschen und intelligente Netzwerke zu nutzen, um ein Maß an Selbstbewusstsein zu entwickeln, das bisher nicht möglich war. Dies wird es den Maschinen, die Produkte selbst herstellen, ermöglichen, "Aufgabenanordnungen vorzuschlagen und Betriebsparameter anzupassen, um Produktivität und Produktqualität zu maximieren" (Lee et al., 2014, S. 5). Bisher lag der Schwerpunkt auf der Entwicklung von Industrie 4.0 auf reduzierten Fehlern, verbesserter Produktqualität, der Befreiung von Menschen von menschenherrlichen und/oder gefährlichen Aufgaben und der Versorgung der Verbraucher mit den Produkten, die sie sich wünschen, wenn sie sie wünschen. Ressourceneffizienz wird ebenfalls erwähnt, aber ein Verständnis dafür, wie der breitere Kontext der Nachhaltigkeit von Unternehmen in diese Agenda einbezogen werden könnte, bleibt unterentwickelt. Dieses Papier zielt darauf ab, diese Frage im Zusammenhang mit der Umweltbuchhaltung zu untersuchen. Dabei wird folgende Forschungsfrage berücksichtigt:

Wie könnte Industrie 4.0 oder das Internet der Dinge eingesetzt werden, um die Ergebnisse von Umweltrechnungsinitiativen zu verbessern?

Das Papier geht wie folgt vor. Der Abschnitt Probleme mit Umweltrechnungsinitiativen untersucht die Probleme der Datenerfassung von Umweltrechnungstechniken. Eine Übersicht über Industrie 4.0 finden Sie im Abschnitt Übersicht über Industrie 4.0. Anhand der Impulse aus Industrie 4.0 für die Umweltbuchhaltung untersucht, wie man die Impulse von Industrie 4.0 zu erfassen, um Verbesserungen in der Umweltbuchhaltung in Betracht zu ziehen, während Diskussion - Erfassung des Potenzials von Industrie 4.0 für Umweltbuchhaltung Abschnitt schließt das Papier.

SCHLUSSFOLGERUNG

Industrie 4.0 präsentiert eine spekulative Vision einer fortschrittlichen vernetzten Handelsgesellschaft. Begleitend, aber derzeit nicht in dieser Vision für stärker digitalisierte Industrien und Handel enthalten ist die Möglichkeit einer verbesserten Umwelleistung der Unternehmen und eine stärkere Rolle für die Umweltbuchhaltung. Basierend auf einer überlegenen Datenverfügbarkeit, insbesondere zu Denkmöglichkeiten und Abfallvermeidung, könnten vernetzte Handelsgesellschaften der Zukunft so konzipiert werden, dass digitale Daten in Echtzeit zur Überwachung und Zertifizierung der optimalen Umwelt- und Geldleistung der Unternehmen bereitgestellt werden. Es gibt jedoch keine Garantien dafür, dass die derzeitige Vision für Industrie 4.0 zur Bewältigung von Umweltkrisen genutzt wird, außer durch Zufall. Besser als der Zufall wäre die Untersuchung von Wissenschaftlern, Praktikern und politischen Entscheidungsträgern über how Industry 4.0 oder das Internet der Dinge, um die Ergebnisse von Umweltrechnungsinitiativen zu verbessern.

Das Papier wirft Fragen auf, die Wissenschaftler untersuchen und Praktiker und politische Entscheidungsträger berücksichtigen sollten, da Industrie 4.0 das Potenzial birgt, ein besseres Verständnis des Wertes für das Geschäft der Umweltbuchhaltung durch mehr Transparenz, Verringerung der Möglichkeit von Greenwash und Brownwash, Fokus auf die Sektoren und die Größe von Unternehmen, die am wichtigsten sind, usw. zu erleichtern. Die Grenzinvestitionskosten solcher Erleichterungen könnten sehr niedrig sein, da die Erzeugung von Zahlen, die die Umwelleistung für die Entscheidungsfindung und Berichterstattung aufzeigen, die bereits getätigten umfangreichen Investitionen in die Infrastruktur zur Verbesserung der Digitalisierung und Der Konnektivität zurückdrängen könnte. Diese Investitionen würden im Bereich der Umweltbuchhaltung sinken, aber für diejenigen, die Industrie 4.0 fördern, könnte man davon ausgehen, dass sie zusätzliche Vorteile bieten, die bisher nicht berücksichtigt wurden.

Die Entwicklung der Industrie 4.0 bildet den Hintergrund, auf dem umweltrechnungsische Instrumente verbessert werden könnten. Insbesondere könnten die Instrumente Maßnahmen der Umwelt- und Wirtschaftsleistung zusammenführen, um gemeinsame Vorteile in Echtzeit, genauer und mit qualitativ hochwertigeren Daten zu demonstrieren, als dies vor der Verbreitung neuer digitaler Technologien wie dem Internet der Dinge und Dienstleistungen und Cyber-physischen Systemen möglich war. Industrie 4.0 Vernetzung innovativer Computersysteme, die betriebswirtschaftliche Daten auf eine gemeinsame Basis wie die Cloud leiten, für potenzielle Befragungen durch mehrere Manager mit unterschiedlichen beruflichen Hintergründen und Rollen, mehrere externe Interessengruppen mit ihren eigenen Interessen und Kulturen in mehreren Ländern, die mit mehreren Umweltchancen und -belangen konfrontiert sind, birgt potenziell ein großes Potenzial, um die Vorteile der Umweltrechnung für größere Unternehmen zu sichern. Aber wenn die Industrie 4.0-Vision weiter geht, hat sie das Potenzial, eine Plattform für die Übernahme der Umweltbuchhaltung durch multitudinous kleinere Unternehmen zu bieten. Wie in dem Papier argumentiert, stellen beide eine Chance und eine Herausforderung dar, die die Aufmerksamkeit von Akademikern, Praktikern und politischen Entscheidungsträgern erfordert. Die asiatischen Länder, insbesondere China mit seinen hohen Investitionen in Industrie 4.0 und die Sorge um Umweltprobleme im Zusammenhang mit Wachstum, könnten die Hauptkonkurrenten sein, sich dieser Herausforderung zu stellen.

TRANSLATED VERSION: PORTUGUESE

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSÃO TRADUZIDA: PORTUGUÊS

Aqui está uma tradução aproximada das ideias acima apresentadas. Isto foi feito para dar uma compreensão geral das ideias apresentadas no documento. Por favor, desculpe todos os erros gramaticais e não responsabilize os autores originais responsáveis por estes erros.

INTRODUÇÃO

As três décadas anteriores trouxeram para a responsabilidade um crescente interesse pela sustentabilidade das empresas. Não só os membros das organizações públicas que exigem tratam os recursos naturais, como a água, o ar e o solo, como as organizações governamentais e as organizações não governamentais estão a encorajar as empresas a empreender atividades de uma forma económica, ambiental e socialmente sustentável. No entanto, para além da necessidade de satisfazer as partes interessadas externas, as organizações começaram também a compreender o benefício associado à atividade ambiental pró-ativa.

Em 1995, Porter e van der Linde argumentaram que a poluição equivale à ineficiência e que a ineficiência é, por sua vez, uma fonte de desvantagem económica. Assim, a prevenção da poluição representa uma oportunidade para as entidades empresariais melhorarem o seu desempenho financeiro através, por exemplo, de um aumento da produtividade e da inovação. O trabalho de Porter e van der Linde (1995) foi um passo importante para estabelecer o que ficou conhecido como o "caso de negócio" para a sustentabilidade. O seu trabalho desafiou a crença há muito defendida de que agir "ambientalmente" só poderia ser visto como uma fonte de despesas.

Não obstante a referida mudança no pensamento convencional, na realidade a noção de ação amiga do ambiente como uma potencial oportunidade de negócio nem sempre foi intuitiva para os gestores. Assim, havia a necessidade de desenvolver ferramentas que lhes permitissem avaliar como a sua organização é impactada pelas questões ambientais e como, por sua vez, impacta o ambiente em que opera. Esta necessidade deu origem ao desenvolvimento da contabilidade ambiental na década de 1990. A contabilidade ambiental vai para além da gestão ambiental genérica, uma vez que incentiva uma abordagem

integrada do controlo económico e ambiental que permite identificar cenários vantajosos e, por vezes, potenciais contrapartidas, e seleccionar um rumo de ação adequado.

Não há como negar que a contabilidade ambiental percorreu um longo caminho em 30 anos. No entanto, muitos estudos ainda relatam a falta de envolvimento das entidades empresariais. Uma das razões para estas observações pode ser a falta de dados adequados, ou a tecnologia para recolher dados adequados, combinada com a complexidade inerente da sustentabilidade corporativa como conceito (Searcy e Elkhawas, 2012; Wiedmann e Barrett, 2010). A falta de dados oportunos e precisos poderia minar a credibilidade dos esforços de contabilidade ambiental a longo prazo e tornar a prática aberta a acusações de greenwashing (Hsu et al., 2013). No entanto, o mundo industrializado está à beira de uma nova etapa no seu desenvolvimento evolutivo que parece destinada a mudar para sempre a natureza da contabilidade ambiental: a Indústria 4.0.

Indústria 4.0, por vezes referida como a quarta revolução industrial ou Internet das Coisas, é um conceito que teve origem na Alemanha (Davies, 2015). Em suma, argumenta-se que as tecnologias avançadas da informação e das redes sociais permitirão às empresas, instalações e máquinas em toda a cadeia de valor partilhar dados em tempo real e utilizar redes inteligentes para desenvolver um nível de auto-consciência que não era anteriormente possível. Isto permitirá que as máquinas que fabricam os próprios produtos "sugiram arranjos de tarefas e ajustem os parâmetros operacionais para maximizar a produtividade e a qualidade do produto" (Lee et al., 2014, p. 5). Até à data, o foco no desenvolvimento da Indústria 4.0 tem sido em erros reduzidos, na melhoria da qualidade dos produtos, na libertação dos seres humanos de tarefas mensais e/ou perigosas e no fornecimento aos consumidores dos produtos que desejam nos momentos em que os desejam. A eficiência dos recursos também é mencionada, mas a compreensão de como o contexto mais amplo da sustentabilidade das empresas poderia ser incorporada nesta agenda, continua subdesenvolvida. Este documento procura analisar esta questão no contexto da contabilidade ambiental. Ao fazê-lo, considerar-se-á a seguinte questão de investigação:

Como é que a Indústria 4.0, ou a Internet das Coisas, podem ser utilizadas para melhorar o resultado das iniciativas de contabilidade ambiental?

O papel prossegue da seguinte forma. Problemas com a secção de iniciativas de contabilidade ambiental analisam os problemas de recolha de dados das técnicas de contabilidade ambiental. Uma visão geral da Indústria 4.0 é fornecida na visão geral da secção 4.0 da indústria. Utilizando o impulso da indústria 4.0 para a secção de contabilidade ambiental explora como captar o ímpeto da Indústria 4.0 para contemplar melhorias na contabilidade ambiental, enquanto a Discussão - captando o potencial da indústria 4.0 para a secção de contabilidade ambiental conclui o artigo.

CONCLUSÃO

A indústria 4.0 apresenta uma visão especulativa de uma sociedade comercial avançada em rede. Acompanhar, mas atualmente não incluída nesta visão para indústrias mais digitalizadas e o comércio é a possibilidade de melhorar o desempenho ambiental das empresas e um papel mais forte na contabilidade ambiental. Com base na disponibilidade de dados superior, especialmente sobre oportunidades de poluição e prevenção de resíduos, as sociedades comerciais em rede do futuro poderiam ser concebidas com a disponibilização de dados digitais em tempo real para monitorizar e certificar o melhor desempenho ambiental e monetário das empresas. No entanto, não há garantias de que a atual visão para a Indústria 4.0 seja utilizada para ajudar a resolver as crises ambientais, exceto por acaso. Melhor do que o acaso seria a investigação de académicos, praticantes e decisores políticos de como a Indústria 4.0, ou a Internet das Coisas, poderia ser utilizada para melhorar o resultado das iniciativas de contabilidade ambiental.

O documento levanta questões para que os académicos explorem e os praticantes e decisores políticos considerem que a Indústria 4.0 detém o potencial de facilitar uma melhor compreensão do valor para o negócio da contabilidade ambiental através de uma maior transparência, redução da possibilidade de lavagem de verde e brownwash, foco nos sectores e dimensão das empresas que mais importam, etc. O custo marginal do investimento desta facilitação poderia ser muito baixo, uma vez que a geração de números que revelam o desempenho ambiental para a tomada de decisões e a comunicação poderia recorrer aos

grandes investimentos em infraestruturas já em causa para melhorar a digitalização e a conectividade. Estes investimentos seriam custos afundados no que diz respeito à contabilidade ambiental, mas para aqueles que promovem a Indústria 4.0 poderia ser considerado como apresentando benefícios adicionais anteriormente não considerados.

O desenvolvimento da indústria 4.0 fornece os antecedentes sobre os quais os instrumentos de contabilidade ambiental poderiam ser reforçados. Em particular, os instrumentos poderiam reunir medidas de desempenho ambiental e económico para demonstrar benefícios conjuntos em tempo real, mais precisamente e com dados de maior qualidade do que foi possível antes da difusão de novas tecnologias digitais, como a Internet das Coisas e Serviços e os Sistemas Ciber-físicos. Indústria 4.0 networking de sistemas informáticos inovadores canalizando dados operacionais para uma base comum, como a nuvem, para potencial interrogatório por múltiplos gestores com diferentes origens e funções profissionais, múltiplos grupos externos de interessados com os seus próprios interesses e culturas, em vários países que enfrentam múltiplas oportunidades ambientais e preocupações potencialmente têm um grande potencial para garantir os benefícios da contabilidade ambiental para as grandes empresas. Mas se a visão da Indústria 4.0 se alargar ainda mais, tem o potencial de fornecer uma plataforma para a aceitação da contabilidade ambiental por empresas multitudinárias de pequena dimensão. Tal como se argumenta no documento, ambos apresentam uma oportunidade e um desafio que requer a atenção de académicos, praticantes e decisores políticos. Os países asiáticos, em particular a China, com o seu forte investimento na Indústria 4.0 e as preocupações com as questões ambientais associadas ao crescimento, poderão ser os principais candidatos a aceitar este desafio.