

12

Fecha de presentación: febrero, 2022

Fecha de aceptación: mayo, 2022

Fecha de publicación: julio, 2022

MEDIDAS E INDICADORES

PARA EVALUAR IMPACTO DE PRÁCTICAS VERDES EN EL PROCESO DE DESARROLLO DEL SOFTWARE

MEASURES AND INDICATORS TO EVALUATE THE IMPACT OF GREEN PRACTICES ON THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS

Anaisa Hernández González¹

E-mail: anaisa@ceis.cujae.edu.cu

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1169-301X>

¹Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (CUJAE)

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Hernández González, A., (2022). Medidas e indicadores para evaluar impacto de prácticas verdes en el proceso de desarrollo del software. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 131-137.

RESUMEN

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) constituyen hoy una infraestructura crítica, pues está en la base de cualquier actividad económica, política y social que se desarrolla. Mitigar su impacto en el medio ambiente es tarea de todos. Para los que participamos en el proceso de desarrollo de software, aún es un tema sobre el que no tenemos la necesaria percepción de su efecto. En objetivo de este trabajo es presentar los resultados preliminares de las medidas e indicadores que permiten medir el impacto de la aplicación de prácticas verdes en el proceso de desarrollo de software. Estas medidas e indicadores facilitarán la evaluación de la eficiencia energética, el uso de recursos, la minimización de los efectos medio ambientales, el uso de recursos ecológicos y reciclados y la minimización de emisiones durante el ciclo de desarrollo del software.

Palabras clave: Gestión de Procesos de Negocio Verdes, Indicador, Medida, Proceso de desarrollo de software

ABSTRACT

Information and Communications Technologies (ICTs) today constitute a critical infrastructure, as they are at the base of any economic, political and social activity that is developed. Mitigating its impact on the environment is everyone's task. For those of us who participate in the software development process, it is still a subject on which we do not have the necessary perception of its effect. The objective of this paper is to present the preliminary results of the measures and indicators that allow measuring the impact of the application of green practices in the software development process. These measures and indicators will facilitate the evaluation of energy efficiency, use of resources, minimization of environmental effects, use of ecological and recycled resources and minimization of emissions during the software development cycle.

Keywords: Green Business Process Management (Green BPM), indicator, measure, software development process

INTRODUCCIÓN

Los efectos de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el medio ambiente, son discutidos por la comunidad bajo los títulos de *Green IT* (Green Information Technology) y *Green IS* (Information Systems) (Esfani et al., 2015). Los autores consideraban que uno de los aspectos en los cuales se debían realizar las investigaciones futuras era centrarse más en *Green IS* e ir más allá de la infraestructura específica de IS y estudiar la forma en que estas iniciativas se pueden realizar en los procesos de negocio.

Una organización será sostenible dependiendo, entre otros temas, de la sostenibilidad de sus procesos de negocio, servicios y sistemas de información (Calero & Piattini, 2017).

El proceso de desarrollo de software para ser sostenible, tiene que hacer un uso responsable de los recursos que consumen energía y que usan materias primas no renovables o que son difíciles de reciclar. El software que se elabore, tiene que ser fácil de mantener, es decir, los cambios que se produzcan en el negocio que lo impacten tienen que realizarse con un costo mínimo de manera que se alargue su vida útil ya que es más eficiente adecuarlo a las necesidades que reemplazarlo por otro software (Hernández, 2017).

Los problemas ambientales en la construcción del software deben considerarse desde las primeras etapas del desarrollo (García et al., 2018) y (Calero & Piattini, 2017). Estos autores concluyen que, como investigadores de software, debemos y podemos contribuir a mejorar la sostenibilidad del software, proporcionando así a las organizaciones modelos, métodos y herramientas. Además, es fundamental validar las propuestas y cooperar con los socios industriales para verificar la viabilidad de las propuestas.

Consideramos, por tanto, que siendo la modelación de los procesos de negocio por donde se empieza, es allí donde se deben centrar los esfuerzos iniciales.

El impacto más directo de los productos de software al medio ambiente está relacionado con el consumo de energía, pero otros recursos como el uso de la CPU, el incremento de las necesidades de memoria y el almacenamiento en disco duro y la utilización de la red y el ancho de banda, entre otros, puede tener impacto negativo en la sostenibilidad del software (Calero et al., 2013).

En los últimos años se aprecia la tendencia de aumentar las publicaciones vinculadas con la influencia de los problemas de sostenibilidad en las características de calidad del producto de software, según refieren en (García et al.,

2018). En los 66 estudios empíricos que satisfacen el protocolo de mapeo sistemático, considerando el modelo de calidad del producto ISO-IEC 25010, las características de calidad abordadas son: eficiencia del rendimiento, idoneidad funcional, usabilidad, mantenibilidad, seguridad, confiabilidad, compatibilidad y portabilidad, el 33% de los documentos primarios utilizan algún hardware para medir el consumo de energía, mientras el 27% usan solo software o una API para estimar el consumo de energía de una aplicación de software.

La gestión de procesos de negocio es la piedra angular para dirigir un negocio de forma efectiva y eficiencia (Krichmer, 2017). Cada proyecto de sostenibilidad implica cambios en la organización desde los más básicos hasta cambios drásticos en la forma en que opera una empresa (Gallota et al., 2016).

En este artículo se proponen medidas e indicadores que, asociadas a las subcaracterísticas que definen un proceso de negocio ecológico (Hernández, 2018), pueden permitir evaluar el impacto de la aplicación de prácticas verdes durante el proceso de desarrollo de software. Los resultados que se presentan forman parte de una investigación más abarcadora, cuya estructura se describe en el cuerpo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación en el campo de la Gestión de Procesos de Negocio Verdes (de ahora en adelante se hará referencia al acrónimo por el que se reconoce en inglés, *Green BPM* – Green Business Process Management) y su relación con las TIC, se identificaron varios hitos (Figura 1) que han implicado la aplicación de los diversos métodos de la investigación científica descritos en (Genero et al., 2014).

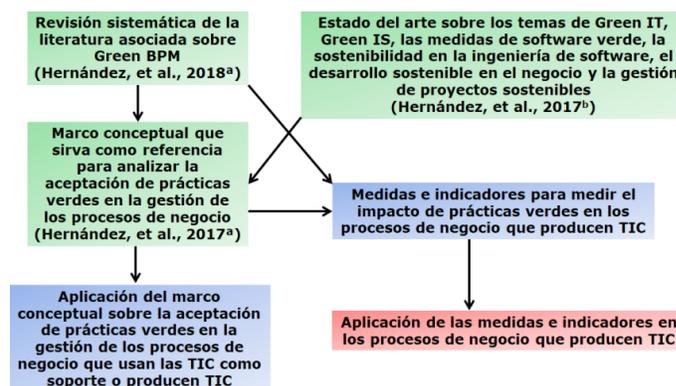


Figura 1. Hitos de la investigación. Fuente: Elaboración propia, 2022.

Algunos hitos ya se han alcanzado (verde), otros están en proceso (azul) y algunos necesitan alcanzar los que le preceden para trabajar en ellos (rojo). Este trabajo presenta los resultados iniciales de una propuesta de las medidas e indicadores para medir el impacto de las prácticas verdes en los procesos de negocio que producen TIC. Su obtención parte de la sistematización de los resultados obtenidos en los hitos siguientes.

Al estudiar el estado del arte sobre los temas de *Green IS*, *Green IT*, las medidas de sostenibilidad verde, la sostenibilidad en la ingeniería de software, el desarrollo sostenible, la sostenibilidad en el negocio y la gestión de procesos sostenibles, usando como referencia varios estudios secundarios sobre estas temáticas, se identificaron varios hallazgos que constituyen antecedentes de este trabajo (Hernández, 2017):

- La reducción en el consumo de energía durante las etapas de desarrollo del software y el hardware, la utilización del producto de software y el hardware informático, ha cobrado cada vez más relevancia en las investigaciones que se realizan en el mundo.
- El software que se elabore tiene que construirse de forma tal que sea fácil de mantener, es decir, que los cambios que se produzcan en el negocio que lo impacten, puedan realizarse con un costo mínimo de manera que se alargue su vida útil ya que es más eficiente adecuarlo a las necesidades que reemplazarlo por otro software.
- Existen varias métricas verdes que permiten evaluar la energía, el rendimiento, la utilización, el consumo y el impacto económico; por lo que no existe justificación para su no aplicación como medida de control de la influencia de las tecnologías y los sistemas de información en el medio ambiente y del rendimiento de las empresas que optan por la implantación de métodos verdes en el desarrollo de software.
- De acuerdo a la literatura consultada, existe una brecha en las publicaciones de este tipo asociadas con el concepto de *Green BPM*, la generación de código sostenible usando framework y la comparación de los métodos ágiles y los tradicionales en cuanto a la sostenibilidad.
- Involucrar a los equipos de desarrollo de software en estas medicaciones, la autora considera que tendrá un impacto directo en la: preservación de los activos ambientales, por cuanto las medidas e indicadores evaluarán cuán sostenible es el proceso de construcción del software y su posterior uso y en la participación ciudadana, pues hará más consciente a los desarrolladores de software en el impacto de las decisiones que toman cuando construyen una aplicación informática y los hará partícipes del desarrollo de

software que reducen el impacto medio ambiental del uso de las TIC en la informatización de los procesos y las organizaciones.

A partir de las invariantes encontradas en las definiciones de *Green BPM*, en (Hernández et al., 2018) se propone una conceptualización que pretende ser un medio para motivar a una organización para que adopten un proceso verde. La principal contribución de esta investigación es proponer una nueva característica (*greenability*) y las subcaracterísticas o subatributos asociados que incorporan la dimensión de sostenibilidad ambiental. El modelo proporciona un marco terminológico que puede servir de referencia para evaluar *Green BPM*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este acápite se comienza conceptualizando los términos de *Green BPM* y *Greenability* como punto de partida para comprenderla propuesta de medidas e indicadores que, para las particularidades del proceso de desarrollo de software, se presentan en este trabajo.

Green BPM y Greenability.

El advenimiento de BPM ofreció un nuevo enfoque para mejorar los negocios y la alineación estratégica en las organizaciones a través del desarrollo de sistemas de información empresarial conscientes del proceso (Unger et al., 2018).

Optar por iniciativas Green en la gestión de procesos de negocio es una elección que usualmente se realiza relacionada a dos metas, reducir el impacto medioambiental y ayudar al cambio cultural (Optiz et al., 2014). Las precisiones de la sociedad actual y el esfuerzo de los países para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible de la Agenda 2030, se evidencian en la meta de reducir los impactos del cambio climático, por la que apuestan la mayoría de los estudios (Hernández et al., 2018).

Green BPM es una tecnología que extiende la tecnología BPM para definir, implementar, operar, monitorear y mejorar los procesos de negocio; tomando en consideración todas las dimensiones que facilitan el desarrollo sostenible (social, medioambiental, humana, económica y técnica), haciendo énfasis en los objetivos ambientales. Su aplicación implica para una organización la optimización de los procesos existentes, la utilización de las tecnologías de la información y los sistemas de información como soporte durante todas las etapas del ciclo de vida de BPM y un mayor compromiso con la biodiversidad y el proceso económico y social (Hernández et al., 2018).

El ciclo de vida de BPM incluye las etapas de diseño, monitoreo, mejora, implementación y operación; siendo las

tres primeras en las que se han concentrado los mayores esfuerzos en el área de **Green BPM**; siendo la situación lógica si se considera que es imprescindible modelar y representar los procesos de la organización como base para el resto de las etapas (Hernández et al., 2018).

Los sistemas de información y las tecnologías de la información soportan procesos de negocio, por lo que tener establecida la traceabilidad desde la actividad del negocio, las aplicaciones que le dan soporte y los componentes de hardware que participa; puede contribuir a monitorear el uso y consumo de este tipo de recursos (Hernández et al., 2018). En el análisis realizado en esta revisión sistemática, identifican que la tendencia más extendida es la de adaptar o extender los métodos y herramientas de BPM para que den soporte a **Green BPM**.

A nivel de actividad, de proceso y de empresa, para medir la mejora de los procesos de negocio basados en la sostenibilidad, es necesario usar indicadores de desempeño (Joung et al., 2013) y (Walson et al., 2012).

No es suficiente con las acotaciones que se hacen a las actividades, subactividades, procesos y negocios para considerar todos los ecorequerimientos que pueden estar asociados. Consideramos que se deben añadir a las especificaciones de actividades: recursos que usa y cantidad, buenas prácticas verdes, emisiones, indicadores de rendimiento medioambiental e indicadores claves medioambientales y desechos, cantidad y utilidad que se puede dar a estos. Algunos pueden representarse visualmente (por ejemplo, emisiones y consumo de energía) y otros pueden formar parte de la descripción detallada (por ejemplo, buenas prácticas verdes).

Una extensión de BP para demostrar cómo las herramientas de análisis existentes para la gestión de la organización pueden adaptarse para permitir la inclusión de consideraciones de sostenibilidad, se describe en (Recker et al., 2012). La ampliación permite:

- Indicar el impacto de una actividad en la emisión de CO₂ señalando la "fuente de emisión" y su "método de producción de CO₂".
- Adjuntar a cada actividad un símbolo que represente una fuente de emisión, por ejemplo, combustible o papel.
- Usar la codificación de color que informa sobre la progresión en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) o el consumo final para cada calle o grupo que se cree.
- Representar el flujo de GEI en un proceso conectando, a las actividades productoras de emisión, los indicadores de emisión.

En (Calero et al., 2015), para el caso del desarrollo de software sostenible se propone incorporar la característica de "**greenability**" al modelo de calidad para considerar la sostenibilidad ambiental. Este concepto lo aplican a la calidad del producto y a la calidad en el uso, y no al proceso de desarrollo. Para los autores, **greenability** representa el "cómo" mejorar la calidad tomando en consideración esta dimensión de la sostenibilidad.

La calidad del proceso influye en la calidad del producto o servicio que se obtenga como resultado de su ejecución. Prestar atención a la dimensión medioambiental de la sostenibilidad durante el diseño, ejecución, documentación, monitoreo y mejora del proceso, requiere incorporar una característica de calidad del proceso. En (Hernández et al., 2018) se incorpora la característica de **greenability** para los procesos y las subcaracterísticas:

- Eficiencia energética: grado de eficiencia en la cual los procesos de negocio consumen energía cuando son ejecutados.
- Uso de los recursos: grado en el cual las cantidades exactas requeridas de un recurso para ejecutar un proceso de negocio se asigna y gasta ejecutando en el desempeño óptimo de sus funciones.
- Minimización de los efectos medioambientales: grado en el cual la ejecución de un proceso de negocio reduce los efectos en el medio ambiente.
- Uso de recursos ecológicos y reciclados: grado en el cual los recursos ecológicos y reciclados son usados en la ejecución de un proceso de negocio.
- Minimización de emisiones: grado en el cual la ejecución de un proceso de negocio reduce las emisiones.

En tal sentido, se define la característica **Greenability** como el grado de eficiencia en el cual los procesos son ejecutados en términos de impacto medioambiental, consumo de energía, uso de recursos ecológicos o reciclados, asignación de las cantidades requeridas de recursos y su uso, generación de emisiones y producción de desechos y destino de los mismos (Hernández et al., 2018).

Medidas e indicadores para el proceso de desarrollo de software.

En el proceso de desarrollo de software, a partir de las medidas que en la literatura se reconocen como apropiadas para el desarrollo de software verde, en una etapa inicial se propone el uso de las medidas e indicadores que se incluyen en la Figura 2.

En este trabajo se toma como referencia las definiciones de medida base e indicador que se proponen en (Moraga & Bertoa, 2015):

- Medida base: son medidas de un atributo perteneciente a una entidad sin dependencia de cualquier otra medida y que se obtienen por un método de medición.
- Indicador: medida derivada de las medidas cuyo método de análisis que se encuentra asociado a un criterio de decisión.

Las medidas base propuestas son: las emisiones de CO₂, la huella de proyecto, la eficiencia de ejecución y el tamaño del software. Las emisiones de CO₂ se refieren a la cantidad de estas emisiones durante el ciclo de desarrollo del software. La huella de proyecto evalúa los efectos al medio ambiente producidos durante el proceso de desarrollo del software. La eficiencia de ejecución mide cuánto se usan los recursos empleados.

Emisiones CO₂ Recursos TIC <ul style="list-style-type: none"> • Energía consumida: energía consumida por cada hora de trabajo de todos los recursos TIC funcionando (KWh) • g CO₂/Kg papel: cantidad de CO₂ que se produce (en gramos) al general cada Kg de papel utilizado por estos recursos • g CO₂/KWh: cantidad de CO₂ que se genera (en gramos) al usar la energía necesaria para el funcionamiento de los recursos 	Aplicaciones software <ul style="list-style-type: none"> • Impacto energético (KWh): es el impacto energético que conlleva la ejecución de una aplicación • Nivel de sostenibilidad (KWh): en aplicaciones que consumen servicios, en el acuerdo SLA se pacta el consumo
Huella de carbono Recursos TIC <ul style="list-style-type: none"> • % de papel reciclado: porcentaje de papel reciclado con respecto al total • Recursos TIC que se desechan y no se reutilizan • Recursos TIC que se desechan y se reutilizan • Emisiones CO₂ 	Aplicaciones software <ul style="list-style-type: none"> • Emisiones CO₂
Huella de proyecto Recursos TIC <ul style="list-style-type: none"> • ml de tinta de impresión: cantidad (en mililitros) de tinta utilizada • Gasto de cartucho: cantidad de cartucho utilizado en términos de Kg de tóner • g de papel: cantidad total (en gramos) de papel usado por los recursos (g) • g de papel reciclado: cantidad (en gramos) de papel reciclado usado por los recursos (g) 	Aplicaciones software <ul style="list-style-type: none"> • Porcentaje de uso del CPU • Porcentaje de uso de periféricos • Porcentaje de memoria RAM • Bytes ocupados en el medio de almacenamiento • Porcentaje de uso de la red • Cantidad de accesos a la memoria principal • Cantidad de operaciones de entrada salida
Tamaño Aplicaciones software <ul style="list-style-type: none"> • Líneas de código fuentes • Número de ciclos de bucles 	

Figura 2. Medidas e indicadores a aplicar en la etapa inicial. Fuente: Elaboración propia, 2022.

En (Mancebo J., 2016) se definen cuatro entidades sobre las cuales definir las medidas e indicadores: recursos TIC, aplicaciones software, vehículos de transporte y maquinaria de fabricación. Por las características de las organizaciones que desarrollan software, las medidas e indicadores propuestos se centran en dos de las entidades que este trabajo propone: recursos TIC (que incluye computadoras de escritorio, laptops, tabletas, clientes ligeros, dispositivos de comunicación, centro de datos, red y periféricos usados en el desarrollo) y aplicaciones software que se construyen; por ser los que principalmente se usan durante el ciclo de desarrollo del software.

Para medir, perfilar y optimizar la eficiencia energética en el desarrollo y mantenimiento de software, la autora sugiere utilizar el marco para pruebas de eficiencia energética para mejorar los objetivos electrónicos del software

(FEETINGS, por las siglas en inglés de Framework for Energy Efficiency Testing to Improve eNvironmental Goals of the Software) propuesto en (Pinto & Castor, 2017). FEETINGS es un marco destinado a soportar la medición automática de la energía consumida por el software cuando se ejecuta en una PC. Para ello recopila automáticamente los datos de consumo de los componentes de PC más relevantes (CPU, disco duro y tarjeta gráfica), el procesamiento y la visualización de los datos, utilizando un probador de eficiencia energética (EET, por las siglas en inglés de Energy Efficiency Teste) (Mancebo et al., 2018). EET es un dispositivo de hardware de medición dedicado a recopilar los datos de consumo específicos del software bajo evaluación.

Estos indicadores permitirán evaluar las subcaracterísticas de *greenability* para los procesos definidos anteriormente, tal como se presenta en la Figura 3.



Figura 3. Correspondencia entre indicadores y subcaracterísticas de *greenability* para los procesos. Fuente: Elaboración propia, 2022.

CONCLUSIÓN

La eficiencia energética, el uso de los recursos, la minimización de los efectos medioambientales, el uso de recursos ecológicos y reciclados y la minimización de emisiones; como subcaracterísticas que permiten evaluar cuán eficientemente son ejecutados los procesos de negocio

en términos medioambientales, necesitan ser evaluados a través de medidas e indicadores.

En el caso del proceso de desarrollo de software, el uso de recursos TIC y de las aplicaciones software durante el ciclo de desarrollo, son el foco donde se valora deben aplicarse estos indicadores. De la diversidad de indicadores que en la literatura se reconocen como relevantes a tomar en cuenta en la gestión de procesos de negocio, los incluidos en este trabajo se valora que podrían dar un criterio válido para la toma de decisiones sobre el efecto de la aplicación de prácticas verdes.

En la actualidad se trabaja en la definición del método de medición y en la especificación de las actividades del proceso de desarrollo de software en las que se deben establecer los puntos de medición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Calero, C., & Piattini, M. (2017). Puzzling out software sustainability. *Computing Informatic amd Systems*, 16, 117-124. <https://doi.org/www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fdx.doi.org%2F10.1016%2Fj.suscom.2017>.
- Calero, C., Moraga, M., & Bertoa, M. (2013). Toward a software product sustainability model. *Working towards sustainable for science: Parctices and Experiences (WSSPE 2013)*. <https://arxiv.org/abs/1309.1640>.
- Calero, C., Moraga, M., Bertoa, M., & Duboc, L. (2015). *Green Software and software quality*. In C. Calero, & M. Piattini, *Green in Software Engineering* (231-260). Springer International Publishing.
- Esfani, M., Rohman, A., & Zakania, N. (2015). The status quo and the propect of Green IT and Gree IS: a systematic literture revoew. *Journal adn Softcomputing and Decision Support Systems*, 2(1), 18-34.
- Gallota, B., Garza-Reyes, J. A., Anosike, A., Ming, L., & Roberts, I. (2016). A conceptual framework for the implementation of sustainability business process. *Proceedings of the 27th Production and Operations Management Society (POMS)*. Publisher Production and Operations Management Society.
- García, G., García, F., Calero, C., & Piattini, M. (2018). Interactions between environment sustainability goals and software quality: A mapping study. *Information and Software Technology*, 95, 108-129.
- Genero, M., Cruz-Lemus, J., & Piattini, M. G. (2014). *Métodos de investigación en Ingeniería de Software*. Ra-Ma.
- Hernández, A. (2017). La sostenibilidad y el software. *Dilemas contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 5(2), artículo No. 44.
- Hernández, A., Calero, C., Pérez, D., & Mancebo, J. (2018). Approaching Green BPM characterisation. *Journal Software: Evolutions and Process*, e2145. <https://doi.org/10.1002/smr.2145>.
- Joung, C., Carrell, J., Sarkar, P., & Feng, S. (2013). Categorization of the indicators for sustaianbe manufacturing. *Ecological Indicators*, 24, 148-157.
- Krichmer, M. (2017). *High performance throug business process management. Strategy execution in a digital word* (Third Edition ed.). Springer International Publishing.
- Mancebo, J. (2016). *Gamificación para promover la sostenibilidad en los procesos de negocio* [tesis de maestría, Universidad de Castilla La Mancha. Repositorio Universitario Institucional de Recursos Abiertos. <http://hdl.handle.net/10578/16691>.
- Mancebo, J., Arriaga, H., García, F., Moraga, M., García-Rodriguez de Guzmán, I., & Calero, C. (2018). EET: a device to support the measurement of software comsumption. *Proceeding of the 6th International Workshop on Green and Sustainable Software (GREENS'18)*, (16-22). Gothenburg, Sweden.
- Moraga, M., & Bertoa, M. (2015). Green software measurement. In C. Calero, & M. Piattini, *Green Software Engineerinf* (261-282). Springer International Publishing Switzeland.
- Optiz, N., Krup, H., & Kolbe, L. (2014). Green Business Process Management: a defintion and research framework. *Proceeding of the 47th Hawaii International Conference on Systems Science* (3808-3817). Hawaii: IEEE Computer Society.
- Pinto, G., & Castor, F. (2017). Energy efficiency: a new concern for applicatio software developers. *Commun ACM*, 60(12), 68-75.
- Recker, J., Rosemam, M., Hjalmarson, A., & Lind, M. (2012). *Modeling and analyzing the carbon footprint of business process*. In J. vom Brocke, S. Seidel, & J. Recker, *Green Business Process Management: towards the sustainable enterprise* (pp. 93-102). Springer-Verlang Belin Heidelberg.

- Unger, A., Spinola, M., & Pessoa, M. (2018). Requirements Engineering Approaches to derive Enterprise Informations Systems from Business Process Management: a systematic literature review. In I. Shaefer, L. Chrophas, & M. Federer, *Workshop at Modelling 2018, Requeriments Engineering und Business Process Management (REBPM)* (261-271).
- Walson, R., Howells, J., & Boudreau, M. (2012). *Energy Informatics: Initial thoughts on data and process management*. In J. vom Brocke, S. Seidel, & J. Recker, *Green Business process Management: towards the sustainable enterprise* (147-159). Springer-Verlag Berlin Heidelberg.