

Análise Bibliométrica dos artigos publicados sobre Sistema Produto Serviço e o lixo Eletrônico

Andrea Bolgenhagen¹, Alex Luiz de Sousa¹, Alexandre Borges Fagundes¹, Delcio Pereira¹ Fernanda Hänsch Beuren¹

¹Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC)
Centro de Educação do Planalto Norte (CEPLAN)

*andrea_sbs@outlook.com, alex.sousa@udesc.br,
alexandre.fagundes@udesc.br, delcio.pereira@udesc.br,
fernanda.beuren@udesc.br*

Resumo. *Com a inovação tecnológica sendo cada vez mais rápida, existe o aumento do lixo eletrônico em decorrência da obsolescência dos produtos, entretanto o incorreto descarte destes materiais pode ocasionar graves problemas de saúde e socioeconômicos. Este artigo trata-se de um estudo bibliométrico introdutório, cujo objetivo é identificar na literatura os estudos realizados sobre o lixo eletrônico e o conceito do Sistema Produto-Serviço (PSS), que possibilita as empresas agregarem valor aos seus produtos e serviços e modificarem a forma de produção atual, de modo que se tenha o melhor aproveitamento de seus recursos. Os resultados obtidos indicam que esta é uma área de estudo muito ampla e que ainda há muito a ser explorada.*

Abstract. *With technological innovation increasingly fast, there is the increase of electronic waste due to product obsolescence, however incorrect disposal of these materials can cause serious health and socioeconomic problems. This article is an introductory bibliometric study whose objective is to identify in the literature studies on e-waste and the concept of Product-Service System (PSS), which enables the aggregate business value to their products and services and modify the current form of production, so that it has the best use of its resources. The results indicate that this is a very broad field of study and that much remains to be explored.*

1. Introdução

Com o avanço tecnológico, houve um aumento no consumo de equipamentos eletrônicos, mesmo tendo um aumento de produtividade e um maior acesso ao entretenimento e comunicação. O efeito negativo dessa evolução é o acréscimo significativo do lixo eletrônico, em virtude da obsolescência cada vez mais rápida da vida útil dos aparelhos tecnológicos (UNITED NATIONS UNIVERSITY, 2014).

Segundo estudos da United Nations University em todo o mundo no ano de 2014, produziu-se em torno de 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico. Somente no Brasil, estipula-se que foi produzido aproximadamente 1,4 milhões de toneladas de lixo eletrônico. A expectativa global é de atingir a marca de 50 milhões de toneladas, no ano de 2018, com uma taxa de crescimento anual de 4 a 5 por cento (IDEM).

Em âmbitos gerais, a maioria dos países do mundo não possui um sistema que realize a gestão do lixo eletrônico, seguindo as diferentes fases: a coleta, o pré-processamento (para libertar os componentes do lixo) e o processamento final

(refinação e eliminação de materiais). Além da falta de um sistema de gestão, existem outras barreiras como falta ou financiamento insuficiente para ser aplicado em tecnologia, e a baixa consciência dos consumidores e de setores que trabalham informalmente na coleta e destinação do lixo (IDEM).

De acordo com Denis (2000), é necessário conciliar o problema ambiental ao problema econômico, pois não se pode apenas deixar de produzir e consumir, ou continuar neste ritmo, visto que está cada vez mais tornando-se insustentável manter este padrão, e as consequências futuras devem ser ainda maiores. Para auxiliar no processo de conciliação é necessário fazer uso de uma nova estratégia de competitiva baseada no conceito de PSS (Sistema Produto-Serviço), que vem a satisfazer necessidades específicas. Pois o PSS permite gerenciar as fases de uso e pós-uso, além de se relacionar com clientes e parceiros da cadeia de suprimento (TISCHNER E VERKUIJL, 2002).

Neste contexto, a motivação para a realização desta pesquisa, passa a existir pelo interesse em buscar artigos sobre soluções que minimizem os impactos negativos causados ao meio ambiente, ocasionados pelo descarte incorreto do lixo eletrônico. Tendo como base tais reflexões, foi realizado a pesquisa bibliométrica, focando no PSS (Sistema Produto-Serviço) e lixo eletrônico.

2. Método de Pesquisa

Este estudo consiste em realizar uma revisão bibliográfica (análise bibliométrica e análise de conteúdo), tendo como foco os conceitos relacionados ao PSS, a sua evolução, definição, classificação e o ciclo de vida do PSS e a contextualização do lixo eletrônico, o impacto ambiental causado por ele e a separação do lixo eletrônico. Para que fosse possível encontrar os artigos, teses, dissertações e publicações pertinentes ao tema, foi necessário fazer a busca em diversos locais. Sendo assim, foi utilizado técnicas de coleta de dados, como:

- Levantamento bibliográfico e documental;
- Pesquisa em bases de dados, teses e dissertações, realizado através da Biblioteca Universitária, Portal CAPES (*Scopus, Web of Science e Science Direct*), Biblioteca Digital de Teses e Dissertações;
- Pesquisa em publicações de periódicos nacionais e internacionais;
- Pesquisa em sites governamentais,
- Pesquisa no Google Acadêmico.

Várias junções de termos foram utilizadas durante as pesquisas, tanto em português, quanto em inglês, na literatura inglesa foi encontrado grande parte do material utilizado na revisão de literatura, grande parte do tema abordado neste trabalho, teve publicações em literatura inglesa.

A revisão de literatura iniciou-se através da busca dos artigos/teses/dissertações pelo assunto “sistema produto-serviço” e/ou “*product-service system*”, “*electronic waste*” e/ou “lixo eletrônico” e “*electronic product*” e/ou produto eletrônico, além da combinação dos termos.

Para realizar o gerenciamento de artigos foi utilizado o *software* EndNote®, na versão web para estudantes. Assim, foi possível realizar filtros e remover os artigos que estavam duplicados, verificar os anos em que foi feita as maiores quantidades de publicações, além de poder identificar os principais autores sobre os temas. Com a identificação dos principais autores foi possível buscar em livros e outras publicações material sobre o tema.

3. Revisão Bibliográfica

3.1 Definição de Sistema Produto-Serviço

O conceito de PSS possui algumas definições consideradas mais importantes pela literatura. A Tabela 1 contempla as definições mais citadas sobre o tema.

Tabela 1 – Definição do PSS

Autor – Ano	Definição
Goedkoop <i>et al.</i> , 1999	“PSS é um sistema de produtos, serviços, redes de atores e infraestrutura de apoio que se esforça continuamente para ser competitivo, satisfazer as necessidades dos clientes e ter um menor impacto ambiental que os modelos tradicionais de negócio”
Mont, 2002	“PSS deve ser definido como um sistema de produtos, serviços, redes de apoio e infraestrutura que seja projetado para ser: competitivo, satisfazer as necessidades dos clientes e ter um menor impacto ambiental que os modos tradicionais de negócio”.
Manzini e Vezzoli, 2002	“PSS pode ser definido como resultado de uma estratégia inovadora, mudando o foco do negócio de concepção e venda de produtos físicos somente, para a venda de um sistema de produtos e serviços que são conjuntamente capazes de atender demandas específicas do cliente”.
Brandstötter <i>et al.</i> , 2003	“PSS consiste em produtos tangíveis, serviços intangíveis, projetados e combinados de forma a serem conjuntamente capazes de atender as necessidades específicas do cliente. Além disso, o PSS tenta alcançar as metas de desenvolvimento sustentável”.
Wong, 2004	“PSS pode ser definido como uma solução oferecida para venda que envolve ambos, um produto e um elemento de serviço, para entregar a funcionalidade necessária”.
Baines <i>et al.</i> , 2007	“Um PSS é a oferta de produtos e serviços integrados que entregam valor no uso. Um PSS oferece a oportunidade de dissociar o sucesso econômico do consumo de materiais e, consequentemente reduzir os impactos ambientais da atividade econômica”.

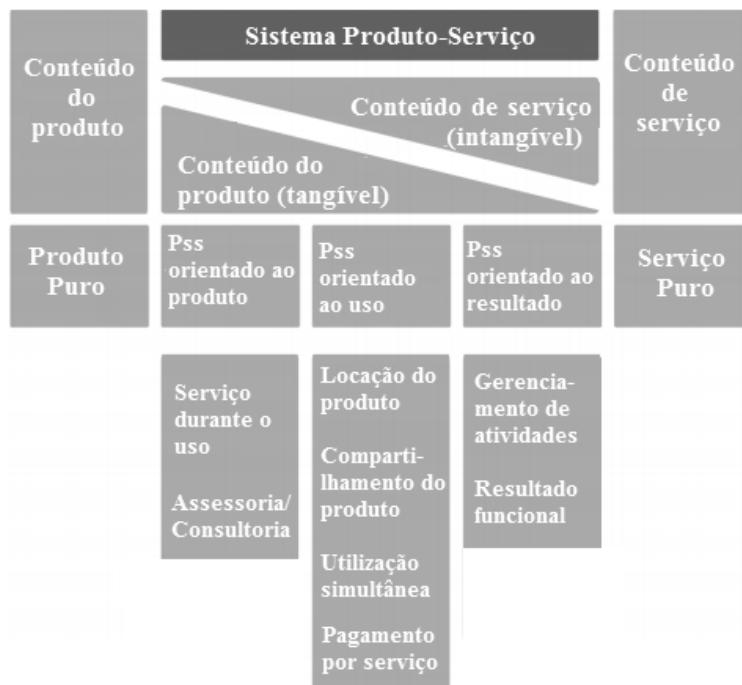
Fonte: Beuren, 2013.

O PSS possibilita que as empresas estejam em um novo nível estratégico, e consequentemente oferece novas perspectivas industriais, em virtude da mudança no mix de produtos e serviços, passando de um sistema que até então era focado na produção para um sistema baseado em conhecimento, em capital intelectual, buscando assim suprir todas as necessidades dos clientes. Com o modelo de PSS cria-se valor a empresa e novas visões de industrialização, assim como um novo enfoque social (VAN HALEN; VEZZOLI; WIMMER, 2005).

3.2 Classificação do Sistema Produto-Serviço

De acordo com Tischner *et al.* (2009) o PSS é classificado em três grandes categorias e oito subcategorias, com as quais tem-se um refinamento das diretrizes do PSS. A Figura 1 contempla toda a estrutura de categorização do PSS na visão do autor.

Figura 1 – Categorização de um PSS



Fonte: Tukker, 2004.

Na visão de Fontana (2012) um PSS não pode ser tratado apenas como um produto, visto que este possui um serviço anexo, bem como não pode ser considerado apenas um serviço, em virtude de ter um produto ligado ao seu sistema. Assim, a sua classificação ocorre entre o produto puro, tangível e o serviço puro, intangível.

Tischner *et al.* (2009) enfatiza que o PSS pode ser classificado em três diferentes níveis, sendo eles contemplados na Tabela 2.

Tabela 2 – Classificação do PSS

Tipo de PSS	Principais Características	Exemplos
PSS orientado ao Produto (ou Serviço orientado ao produto)	O produto pertence ao consumidor; o fabricante oferece serviços adicionais, que podem estar inclusos à compra ou não e para garantir a funcionalidade, durabilidade e o desempenho / utilização do produto.	Contrato de Serviços de manutenção e reparos no produto.
PSS orientado ao Uso (ou Uso orientado ao serviço)	O produto pertence ao fabricante, que oferece serviços customizados de utilização ao cliente através de um contrato de serviço.	Uso de plataforma de serviços, compartilhamento de produtos.
PSS orientado ao Resultado	O fabricante oferece produtos, ferramentas e oportunidades que possibilitam ao cliente a compra de resultados, o cliente não está preocupado com a forma como esses resultados são entregues.	Vender pastos sem pragas ao invés de pesticidas.

Fonte: Adaptado de Tischner *et al.*, 2009.

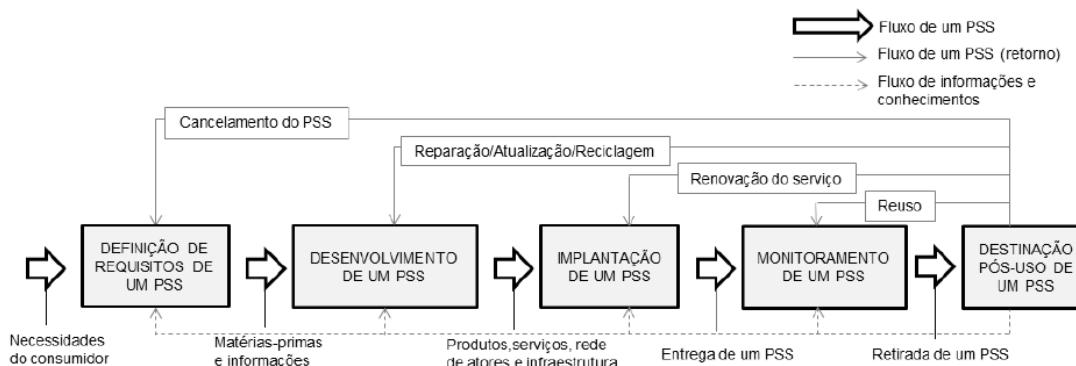
Identifica-se que as categorias de PSS mencionadas na Tabela 2, visam suprir as necessidades dos clientes, sendo por um tipo de PSS ou então pela junção dos tipos. Desta maneira é importante compreender melhor as metodologias sobre o PSS.

3.3 Ciclo do Sistema Produto-Serviço

Para Manzini e Vezzoli (2012) o PSS proporciona a interação entre toda a cadeia produtiva, inicia-se uma parceria entre fabricante, fornecedores e clientes. Em todas as fases do ciclo vida do produto (pré-produção, produção, distribuição, utilização e fim de vida) existirá a integração entre integrantes.

De acordo com Beuren (2013), o ciclo de vida de um PSS abrange o ciclo do produto e do serviço podendo variar de acordo com a destinação pós-uso, pois o PSS pode ser reutilizado, renovado, reparado, atualizado, reciclado ou cancelado. A Figura 2 contempla o ciclo de vida de um PSS.

Figura 2 – Ciclo de vida de um PSS



Fonte: Beuren, 2013.

Conforme a Figura 2, apresenta-se todo o processo, desde a concepção do produto, criação dos serviços, levando em consideração as necessidades dos consumidores até a destinação pós-uso do PSS. Nota-se que esse ciclo de vida é bastante complexo, pois envolve diversas etapas e pode ser adaptado dependendo do modelo de negócio PSS.

3.4 Lixo Eletrônico

De acordo com o Relatório Mundial sobre Lixo Eletrônico (UNU, 2014) o termo *e-waste*, conforme a literatura inglesa é utilizado para indicar todos os itens de equipamentos elétricos e eletrônicos (EEE) ou os resíduos de equipamentos elétricos e eletrônicos (REEE).

Segundo dados da United Nations University (2014) apenas 6,5 milhões de toneladas dos 41,8 milhões de toneladas de lixo eletrônico são identificados e reciclados da maneira correta, seguindo os padrões. A quantidade global de lixo eletrônico em 2014 é composta por 1,0 milhão de toneladas de lâmpadas; 3,0 milhões de toneladas de pequenos itens de TI; 6,3 milhões de toneladas de telas e monitores; 7,0 milhões de toneladas de troca de temperatura equipamentos (equipamentos de refrigeração e

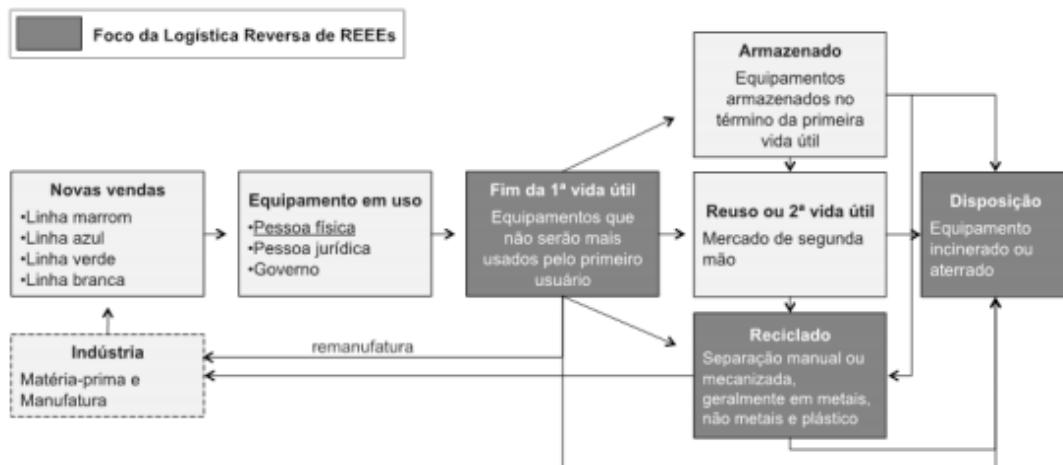
congelação); 11,8 milhões de toneladas equipamentos de grande porte, e 12,8 milhões de toneladas de pequenos equipamentos (IDEM).

De acordo com o levantamento do Ministério do Meio Ambiente (2014) o Brasil, descarta de forma inadequada, mais de um milhão de computadores todos os anos. Sendo aproximadamente 2,6 Kg por ano de resíduos eletrônicos por habitante e existe um aumento na produção em torno de 20 a 25%.

O Greenpeace (2008) enfatiza que é necessário mudar o modo como são fabricados os produtos, deve-se buscar produzir produtos duráveis, que passem a ter o *upgrade*, sejam recicláveis e tenham mecanismos de segurança e ao final de sua vida útil não se tornem mais um lixo eletrônico no meio ambiente; entretanto, este cenário é desafiador.

Para ABDI (2015) uma prática que vem sendo utilizada com mais frequência é o reuso do equipamento por outra pessoa, ou seja, o consumidor compra um equipamento novo para si, mesmo quando o que ele está usando ainda está funcionando e vende ou doa o seu para um terceiro. Desta maneira cria-se o mercado de segunda mão, assim o equipamento passa a ter uma segunda vida útil, e por vezes, postergando a uma terceira ou quarta vida útil. A Figura 3 ilustra o ciclo de vida dos Equipamentos Elétricos e Eletrônicos (EEE).

Figura 3 – Ciclo de vida de EEE (Equipamentos Elétricos e Eletrônicos)



Fonte: ABDI, 2015 *apud* RIS International, 2003 e Leite, 2003.

A Figura 3 indica o ciclo de vida de um PSS, conforme foi proposto por Beuren (2013). Nele apresenta-se todo o processo, desde a concepção do produto, criação dos serviços, levando em consideração as necessidades dos consumidores até a destinação pós-uso do PSS. Nota-se que esse ciclo de vida é bastante complexo, pois envolve diversas etapas e pode ser adaptado dependendo do modelo de negócio PSS.

4. Pesquisa Bibliométrica

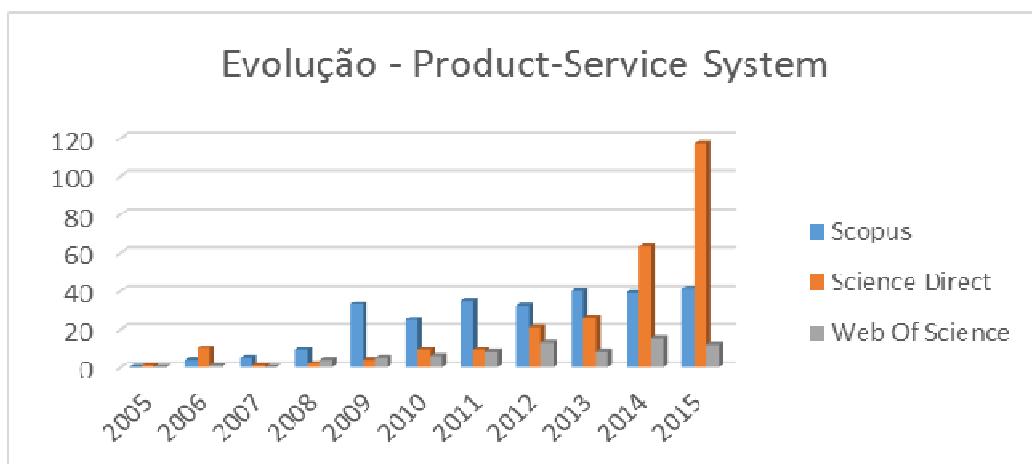
Os problemas da industrialização e o crescimento da população humana contribuem exponencialmente para os impactos ambientais, dentre os fatores que contribuem está o lixo eletrônico, que vem sendo gerado diariamente em decorrência do avanço tecnológico (BARBIERI, 2011).

É necessário que as empresas fabricantes realizem a engenharia reversa dos seus produtos, fazendo com que os produtos tenham a correta destinação, bem como busquem o desenvolvimento tecnológico para criar produtos autossustentáveis, utilizando os conceitos oriundos do PSS (BARBIERI, 2011).

Para uma melhor compreensão da junção dos temas foram realizadas pesquisas de artigos nos portais das CAPES: *Scopus*, *Web Of Science*, *Science Direct*. A busca ocorreu dentre os períodos de 2005 a 2015, com artigos que continham em seu assunto a expressão “sistema produto-serviço” e/ou “*product-service system*”, “*electronic waste*” e/ou “lixo eletrônico” e “*electronic product*” e/ou produto eletrônico, além da combinação dos termos.

Posteriormente, foi realizado um filtro nos artigos, eliminando os duplicados e aqueles que não são pertinentes ao tema, até dezembro de 2015 foram identificados 2.457 artigos sobre os temas anteriormente citados. Ao verificar a evolução dos estudos sobre os temas, é evidente que em todos houve mais publicações ao decorrer dos anos. A Figura 4 mostra a evolução das publicações sobre o tema *product-service system*.

Figura 4 – Demonstrativo da evolução de artigos sobre *Product-Service System*.

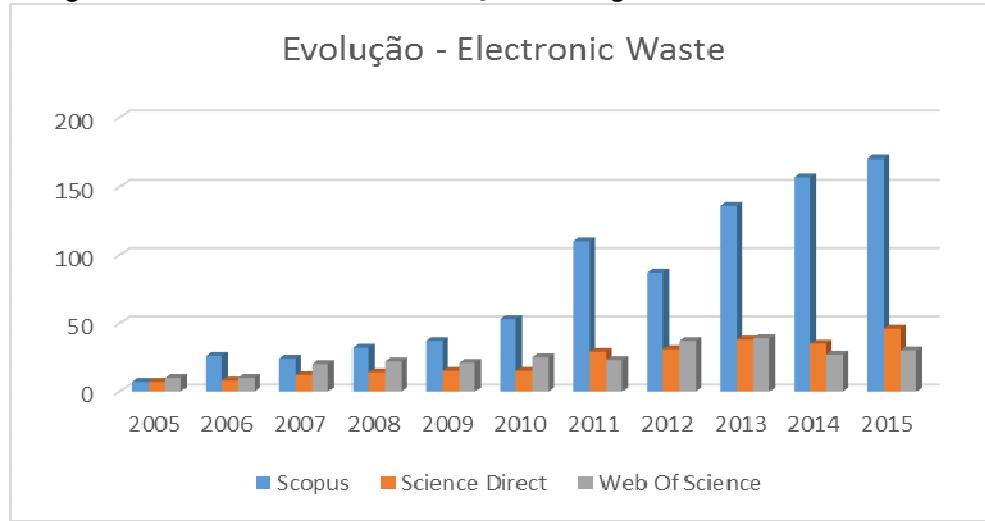


Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Conforme pode ser identificado na Figura 4, o termo *product-service system*, é um tema de estudo que vem sendo estudado cada vez mais, a cada ano existe mais publicações sobre o tema.

Outro tema que tem sido estudado cada vez mais é o lixo eletrônico ou “*electronic waste*” e/ou “*electronic product*”. As Figuras 5 e 6 indicam a evolução sobre as publicações de pesquisas nestes dois temas.

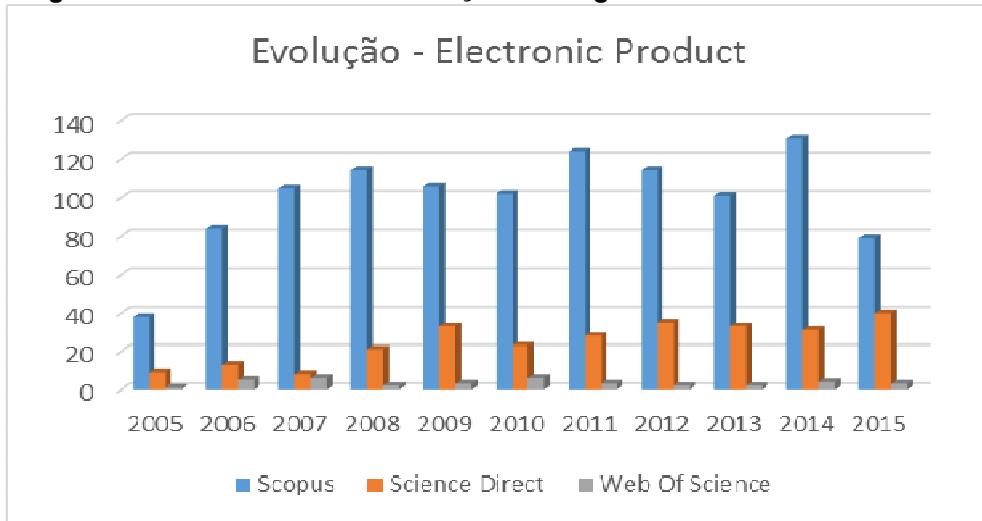
Figura 5 – Demonstrativo da evolução de artigos sobre *Electronic Waste*.



Fonte: produção do próprio autor, 2015.

A Figura 5 indica a quantidade de artigos publicados sobre o tema *electronic-waste*. Outro termo que pode ser utilizado para o lixo eletrônico é o *electronic product*, neste tema nota-se que uma grande quantidade de artigos publicados, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 – Demonstrativo da evolução de artigos sobre *Electronic Product*.



Fonte: produção do próprio autor, 2015.

Na Figura 6 identifica-se as publicações sobre o tema, ao decorrer dos anos se mantiveram na média. Quando foi realizado o levantamento onde existe a junção dos termos nota-se que há pouquíssimos estudos, foi encontrado apenas 1 artigo utilizando os termos “*product-service system*” e “*electronic product*”, no ano de 2012. Quando os termos pesquisados foram “*product-service system*” e “*electronic waste*”, obteve-se apenas 1 artigo publicado no ano de 2007.

Sendo assim, a pesquisa justifica-se pela sua originalidade e a sua contribuição para lacuna de conhecimento na área tema, sendo fundamental ampliar os estudos sobre os temas abordados, e assim contribuir com a bibliografia, além de verificar possibilidades para minimizar os impactos ambientais causados pelo lixo eletrônico através do PSS.

5. CONCLUSÕES

Esta pesquisa proporcionou a busca pelo conhecimento de um novo conceito, que tem a ser a tendência para o novo modelo de negócio, o Sistema Produto-Serviço (PSS), o conceito que vem sendo foco de estudo cada vez maior, para tal comprovação do crescimento foi realizado um levantamento bibliométrico.

Com o levantamento realizado foi identificado os principais autores sobre o tema, sendo a grande maioria são autores da literatura estrangeira. Há poucos trabalhos na literatura brasileira que abordam os conceitos teóricos e nota-se que ainda existe conceitos a serem estudados mais a fundo.

Com relação tema lixo eletrônico foi possível identificar que é um tema atual e pertinente a atenção de todos, pois vem sendo foco de estudos, tendo uma evolução das publicações no decorrer dos anos. É possível identificar a falta de conhecimento e orientação para que o lixo eletrônico seja descartado de forma correta e também que os processos de desenvolvimento, contemplem a reutilização dos bens como matéria-prima. Este trabalho é foco de um estudo bibliométrico introdutório.

Referências

- ABDI - Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. Logística Reversa de Equipamentos Eletroeletrônicos Análise de Viabilidade Técnica e Econômica. 2013. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1367253180.pdf>. Acesso em: 22 de dez. 2015.
- BEUREN, F. H. Desenvolvimento de um Modelo Conceitual para a Caracterização de Sistema Produto Serviço com Base no Ciclo de Vida. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- BARBIERI, J. C. D. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Saraiva, 2011.
- FONTANA, I. FCS para a Colaboração no Design de PSS. 2012. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.
- LEITE, R. Logística reversa: meio ambiente e competitividade. Prentice Hall, São Paulo: 2003.
- GOEDKOOP, M. J.; VAN HALEN, C.J.G.; TE RIELE, H.R.M.; ROMMENS, P.J.M. Product Service-Systems, Ecological and Economic Basicscs. Report for Dutch Ministries of Environment (VROM) and Economic Affairs (EZ), 1999.
- GREENPEACE. Greener Eletronics. 2008. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/campaigns/detox/electronics/the-e-waste-problem/>>. Acesso em 22 de dez. 2015.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. Product-Service Systems and Sustainability. Opportunities for Sustainable Solutions. Paris: UNEP Publischer, 2002. Disponível em: <<http://www.unep.org/resourceefficiency/Portals/24147/scp/design/pdf/pss-imp-7.pdf>>. Acesso em 22 de dez. 2015.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Instrumento de Responsabilidade Socioambiental na Administração Pública. 2014. Disponível em: <http://www.comprasgovernamentais.gov.br/arquivos/cartilhas/cartilha_pgrs_mma.pdf>. Acesso em: 11 de março 2015.
- MONT, O. J. Clarifying the Concept of Product-Service System. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, nº 3, p-3-17, Sum 2002.
- TISCHNER, U.; RYAN, C.; VEZZOLI, C. Module C: Product-Service Systems – Tools and Cases. In: CRUL, M. R. M.; DIEHL, J. C.; RYAN, C. (Orgs.). *Design for Sustainability (D4S): a step-by-step approach*. TuDelft: UNEP, 2009, 43p.
- TUKKER, A. Eight types of PSS: eight ways to sustainability. Experiences from suspronet. *Business Strategy and the Environment*, v. 13, p. 246-260, 2004.
- UNITED NATIONS UNIVERSITY. **Global E-Waste Monitor**. 2014. Disponível em: <<http://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf>>. Acesso em 09 de dez. 2015.
- VAN HALEN, C.; VEZZOLI, C.; WIMMER, R. **MEPSS Webtool**. 2005. Disponível em: <<http://www.mepss.nl/>>. Acesso em: 17 de dez. 2015.
- WONG, M. PSS in the Consumer Goods Industry. 2004. PhD, Cambridge University, Cambridge, 2004.