

EXTENSÃO DE VIDA DO PRODUTO TÊXTIL: UM BREVE ESTADO DA ARTE

Renato Poli Mari (UFSC) renato.poli.mari@grad.ufsc.br
João Guilherme Poli Mariucio (UFSC) joao.poli@grad.ufsc.br
Arthur Adriano (UFSC) arthur.adriano@grad.ufsc.br
Cristina Luz Cardoso (UFSC) cristina.cardoso@ufsc.br

Resumo

Este artigo apresenta um breve estado da arte sobre estudos a respeito da extensão de vida de produtos, vida útil, durabilidade e design para o ciclo de vida. Foram focadas as atividades da indústria têxtil e de confecções, tendo em vista o alto impacto ambiental em diversas fases de seu ciclo de vida. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre extensão de vida do produto que possibilitou a indicação de palavras chave para uma pesquisa sistematizada sobre impactos ambientais na cadeia produtiva têxtil na base *Web of Science* entre os anos de 2011 e 2017. As publicações encontradas apresentaram uma predominância em pesquisas sobre novas tecnologias do tecido, tratamentos e produtos químicos; sobre o comportamento do consumidor e as dimensões da sustentabilidade.

Palavras-Chaves: extensão de vida do produto, durabilidade, vida útil, design para o ciclo de vida, produto têxtil.

1. Introdução

As atividades do setor têxtil e de confecções provocam alto impacto ambiental em função do elevado consumo de água e pela geração de resíduos dos processos industriais, dos confeccionistas e do pós-consumo (ZONATTI et al., 2015). Toneladas de roupas velhas são acrescentadas aos aterros sanitários, uma vez que o reprocessamento de muitas fibras têxteis ainda é um desafio (KAYE, 2011). No Brasil, o setor têxtil vem apresentando melhorias em suas práticas ambientais (período 2008/2012), mas ainda se ressentem de pouco investimento em novas formas de produção, uso, reuso e descarte (MACHADO; LEONEL, 2014).

Os produtos de moda, muitas vezes, são descartados antes do final de sua vida potencial, demonstrando a incompatibilidade do sistema contemporâneo da moda com a sustentabilidade. Paradoxos são encontrados, no entanto, uma vez que consumidores consideram a “durabilidade” como um dos principais requisitos no momento da compra de

um produto têxtil, trazendo como benefícios a redução de descarte e a maior satisfação pessoal (LIMA, 2013).

Pesquisas sobre comportamento do consumidor no momento da compra de roupas revelam que a capacidade das pessoas de fazerem com que as roupas durem mais é afetada tanto pela qualidade oferecida pelos varejistas quanto por suas próprias capacidades de avaliar a durabilidade e a manutenção adequada (MCLAREN et al., 2015).

Para Bakker et al. (2014) evidenciam-se 3 (três) estratégias no desenvolvimento de produtos direcionadas à redução do impacto ambiental provocado pelo aumento de descartes nas sociedades industrializadas: eficiência dos materiais, extensão de vida do produto e reciclagem. Porém, ações direcionadas à extensão de vida, como uma vida mais longa do produto em uso, remodelagem/remanufatura e a reciclagem, ainda não seriam práticas rotineiras no universo do Design e da Engenharia.

Apesar da importância do assunto, poucas pesquisas têm sido publicadas a respeito:

- a) Da influência dos consumidores sobre a vida útil dos produtos;
- b) Da falta de informações a respeito da vida útil dos produtos (COOPER, 2004);
- c) Das implicações para a durabilidade em relação às tendências e influências socioculturais (COOPER, 2010);
- d) Assim como dos benefícios ambientais sobre produtos com vida mais duradoura (COOPER, 2004).

Publicações sobre vida útil do produto nas últimas três décadas focaram principalmente os aspectos econômicos dos produtos e foram discutidos, em sua maioria, em periódicos econômicos, de gestão e de negócios. O número de artigos em periódicos de Engenharia e Design não se mostrou significativo (RIVERA; LALLMAHOMED, 2015).

Este artigo se propõe a delinear, brevemente, o estado da arte em relação às publicações para extensão de vida do produto em geral e, mais especificamente, para o produto têxtil. Foram utilizados recursos de revisão bibliográfica e pesquisa sistemática no portal *Web of Science*, com palavras-chave em publicações de âmbito internacional. Com a análise foi possível verificar que o número de publicações vem se ampliando nos últimos anos e que há investimentos importantes na utilização de métodos de avaliação recomendados internacionalmente.

São apresentados primeiramente aspectos gerais sobre extensão de vida do produto, em

segundo lugar a metodologia de coleta de dados na revisão bibliográfica sistematizada e a descrição dos temas mais recorrentes encontrados. A discussão destes dados foi engendrada com o que foi encontrado previamente na literatura e, por fim, as considerações finais.

2. Extensão de vida do produto

De acordo com Stahel (1998), a extensão de vida de um produto é parte de um processo de transformação da economia industrial focada na produção para uma economia de serviço com foco na utilização, operando em *loopings*. Venezzoli e Manzini (2002) afirmam que esta transformação pode apoiar uma série de melhorias ambientais, entre as quais o uso mais intensivo de produtos por locação ou compartilhamento.

Ações para extensão de vida envolvem o prolongamento da vida do produto por meio de melhorias na durabilidade intrínseca do produto, do comportamento do consumidor, da promoção para uma mudança sociocultural mais ampla (COOPER, 2010); e da remanufatura e remodelação (HATCHER; IJOMAH; WINDMILL, 2011).

Revisões recentes na legislação e regulamentação pela *Waste Electrical and Electronic Equipment – WEEE*, diretrizes para o EcoDesign na Europa e a *Electronic Product Environmental Assessment Tool - EPEAT* nos EUA, por exemplo, também enfatizam a importância do design para o final de vida, a durabilidade do produto e a extensão do ciclo de vida do produto (BAKKER et al., 2014).

Assim, para complementar a abordagem sobre extensão de vida, se colocam aspectos sobre a vida útil e a durabilidade, bem como estratégias de obsolescência do produto. Metodologias abrangendo o ciclo de vida do produto contribuem também para obter uma perspectiva em direção à sustentabilidade.

2.1 Vida útil do produto

A vida útil dá a medida do tempo – de um produto e seus materiais, em condições normais de uso – que este pode durar conservando suas capacidades e comportamento, em um nível pré-estabelecido (VENEZZOLI; MANZINI, 2002). Aspectos que influenciam na análise da vida útil de um produto são a previsão do tempo de vida, a quantidade de uso, o tempo de duração das operações ou a vida de prateleira.

As principais razões para eliminação ou término da vida útil de um produto são a degradação de suas propriedades devido ao uso intensivo; a causas naturais ou químicas; danos causados por incidentes ou uso próprio; obsolescência tecnológica; e obsolescência cultural e estética (VENEZZOLI; MANZINI, 2002). Além disso, a determinação do tempo de vida do produto pode incluir o design, o custo da reparação e disponibilidade de peças, a abundância no lar, o valor residual de revenda, a qualidade estética e funcional, a moda, a publicidade, e as pressões sociais (COOPER, 2004).

Van Nes e Cramer (2006) relacionam a vida útil à duração da vida de um produto a partir da aquisição até sua substituição. Não necessariamente o produto antigo é descartado como resíduo, pois pode receber uma segunda vida em outra aplicação com a mesma pessoa, ou com outra.

2.2 Durabilidade e obsolescência do produto

A capacidade que os produtos oferecem para “[...] desempenhar a sua função necessária durante um período de tempo em condições normais de utilização sem despesas excessivas com a manutenção ou reparação”, é conceituada por Cooper (1994) como durabilidade.

Algumas linhas de referência projetuais podem ser destacadas em direção à durabilidade e otimização de produtos, tais como projetar a segurança e a duração adequada; facilitar a atualização, a adaptabilidade, a manutenção, a reparação, a reutilização, a remodelação; e intensificar a utilização (VENEZZOLI; MANZINI, 2002). Para Chapman (2006), no entanto, a estratégia de durabilidade dos produtos, levanta a questão sobre a “realização de design de produtos duráveis ou simplesmente a concepção de resíduos duradouros”.

Na indústria, o fim de vida do produto é encurtado propositalmente durante a fase de projeto, beneficiando as indústrias com incremento no volume de vendas de produtos novos Bakker et al. (2014). Esta estratégia, chamada de obsolescência, é definida por Cooper (2010) como “cair em desuso”. Alguns produtos podem ser categorizados em mais de um tipo de obsolescência e outros têm uma data de vencimento indicando quando devem ser descartados ou depois da qual param de funcionar (RIVERA; LALLMAHOMED, 2015).

Entretanto, a obsolescência programada pode ser uma estratégia industrial arriscada, pois os consumidores podem decidir comprar produtos com vida útil mais longa dos competidores (BROUILLAT, 2014).

2.3 Ciclo de vida do produto

O ciclo de vida de um produto, serviço ou sistema, abrange as fases de aquisição e processamento de matérias-primas, fabricação, uso, recuperação de recursos e eliminação/descarte. Na perspectiva da redução de impactos ambientais e riscos para a saúde, uma abordagem sistêmica para o design do ciclo de vida recai na integração dos requisitos ambientais e o equilíbrio desses requisitos com todos os outros critérios de desempenho, custo, cultura e jurídicos necessários. É compreendido pela *Environmental Protection Agency – EPA*, como um ciclo fechado “do berço ao berço” (*cradle-to-cradle*), em que os resíduos entram no sistema novamente (KEOLEIAN; MENEREY, 1993).

Ferramentas de análise ambiental e métodos de contabilidade do ciclo de vida são utilizadas para avaliar alternativas, tais como a Análise do Ciclo de Vida - ACV. A metodologia, regulamentada pelas ISO 14040:1996 e ISO 14044:2006 (ABNT, 2014), é empregada para avaliar o impacto ambiental associado à produção. São avaliadas as entradas e saídas correspondentes à vida útil do produto, desde a produção e aquisição de matéria-prima, tratamento industrial até a disposição final. Neste último aspecto é adotada a abordagem do berço ao túmulo (*cradle-to-grave*).

Após este panorama sobre conceituação e estratégias para extensão de vida do produto, um panorama no setor têxtil vai ser apresentado nas seções subsequentes.

3. Procedimentos metodológicos

Este trabalho, com características qualitativas, é delineado como pesquisa bibliográfica (MINAYO, 2004). Foi realizada uma revisão inicial visando aprimorar a conceituação, selecionar os principais autores e palavras-chave sobre extensão de vida do produto. Em seguida, uma pesquisa sistematizada esboçou o estado da arte relacionado ao produto têxtil.

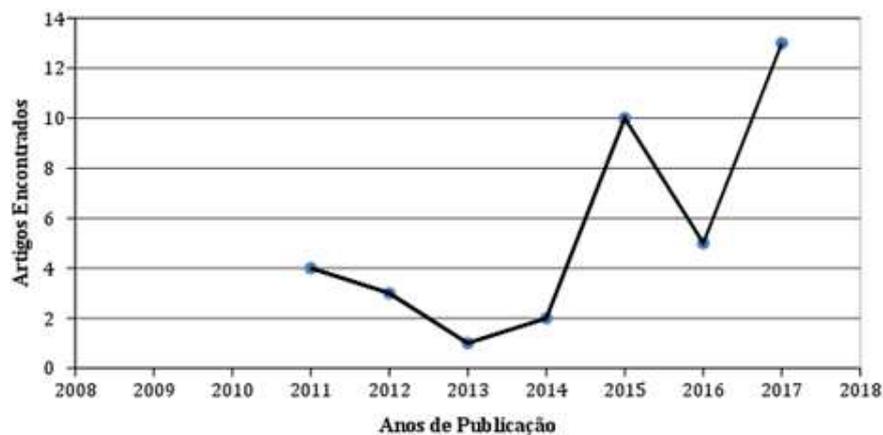
O termo “extensão de vida” combinado com “produto têxtil” não apresentou quantidade expressiva de publicações. Assim, foram destacadas as palavras-chave *LCA – Life Cycle Assessment, Lifespan, Obsolescence e Product Life*, combinadas aos termos *Textile, Garment e Clothing* para abranger produtos têxteis. Foi utilizada a base de dados *Web of Science*, disponível no portal de pesquisa CAPES (<https://www.periodicos.capes.gov.br>) e utilizado o idioma inglês, visando alcançar um cenário internacional.

Foram selecionadas publicações de acesso gratuito com assinatura da Capes, referentes às áreas de interesse das Engenharias. Os periódicos revisados por pares (*peer-reviewed*) abrangeram as áreas *Science & Technology*, *Behavioral Science*, *Environmental Sciences & Ecology*, *Business & Economics*, *Art*, *Mathematics*, *Materials Science and Engineering*, *Textile Engineering*, *Sport Sciences*, *Social Sciences*, e *Computer Science*.

4. Análise dos dados

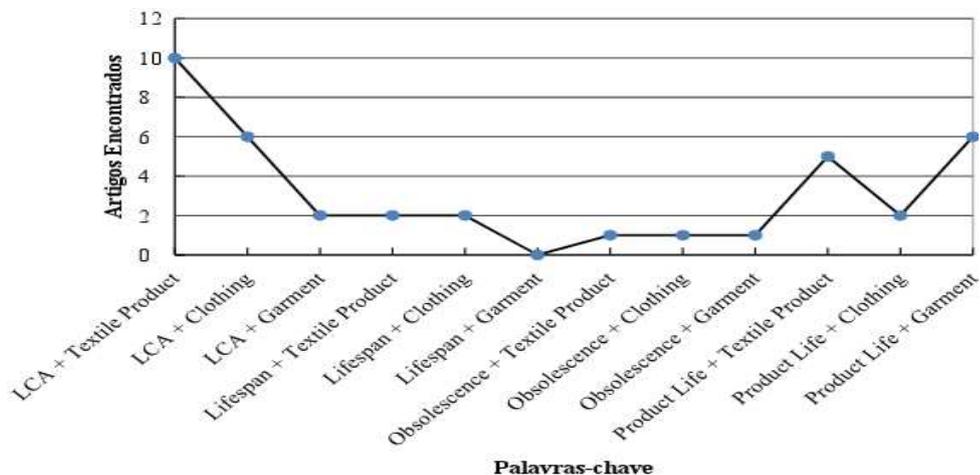
Foram destacadas 38 publicações entre os anos de 2011 e 2017. O Quadro 1 (no Anexo) demonstra as palavras-chave, os artigos encontrados e os anos de publicação. A Figura 1 apresenta a evolução das publicações por ano e a Figura 2 resume a concentração dos termos em relação às palavras-chave.

Figura 1 – Anos de Publicação x Artigos Encontrados



Fonte: Os Autores (2018)

Figura 2 – Palavras-Chave x Número de Artigos Encontrados



Fonte: Os Autores (2018)

Os temas mais recorrentes se referem a novas tecnologias, ao comportamento do consumidor, à sustentabilidade e à pegada ecológica, que são apresentados a seguir.

4.1 Novas tecnologias

Devido a mudanças de hábitos de vida, a indústria têxtil vem se adaptando e lançando mão de novas tecnologias visando otimizar o tempo disponível em casa, reduzir consumo de energia e facilitar ações de manutenção. Têxteis antibacterianos, de secagem rápida e outros, podem reduzir ciclos de lavagem, reduzir custos e impactos associados (MANDA; WORRELL; PATEL, 2015; YAMAGUCHI et al., 2011).

A metodologia ACV vem sendo utilizada na avaliação do uso da nanotecnologia em novos processos e materiais, tais como em “têxteis auto limpantes”, que podem ser facilmente lavados e de fácil manutenção (BUSI et al., 2016); em nanopartículas de prata (nAg) e têxteis convencionais (HICKS, 2017; MANDA; WORRELL; PATEL, 2015).

Têxteis sintéticos, detergentes e equipamentos domésticos para lavação e secagem de roupas podem contribuir para redução do consumo de água e energia (YAMAGUCHI et al., 2011). O uso de fibras recicladas e as condições de fabricação também influenciam na avaliação ambiental de uma matéria têxtil e na vida útil do produto (DE SAXCE; PESNEL; PERWUELZ, 2012).

4.2 Comportamento do consumidor

Do ponto de vista do consumidor, o sistema moda é caracterizado pela rápida desatualização em função, principalmente pelo desejo de mudança dos consumidores (CIMATTI; CAMPANA; CARLUCCIO, 2017). Segundo Fletcher (2012), a estética e as preferências sociais são resultados de natureza psicossocial.

É o consumidor que decide o tempo de vida da roupa, a maneira como vai ser descartada, a quantidade de descarte que vai ser gerado e o potencial para reutilização e reciclagem (LAITALA, 2014). Em alguns casos o consumidor descarta pelos atributos intangíveis associados ao produto (NORUM, 2017), pelas alterações ocorridas durante o uso, por problemas de tamanho e caimento das roupas (LAITALA; BOKS; KLEPP, 2015), ou pelo

arrependimento em compras via *websites* (HAMMOND; KOHLER, 2000 apud ACAR et al., 2017).

4.3 Sustentabilidade

O uso do algodão, fibra natural mais utilizada em vestuário e têxteis, com uma produção mundial de 24.5 milhões de toneladas em 2013, pode apresentar avaliações mais sustentáveis ambientalmente, se seu cultivo tradicional for modificado para uma produção orgânica (ESTEVE-TURRILLAS; DE LA GUARDIA, 2017), se houver a substituição do algodão por outras fibras de origem vegetal ou fibras recicladas de celulose (ROOS et al., 2016), e se seus processos de tingimento forem mais estudados (TERINTE et al., 2014).

Os alvejantes, em princípio danosos ambientalmente, podem trazer vantagens, uma vez que produtos alvejados têm maior performance ambiental do que os não alvejados. Este fato é compensado por uma vida útil maior na fase de uso do produto (ROOS et al., 2016).

4.4 Pegada ecológica

A cadeia produtiva de vestimentas e têxteis é responsável por uma quantidade significativa de pegada ecológica de carbono (PEC), liderando a emissão de gases de efeito estufa. PEC é a medida da quantidade de gases de efeito estufa produzidos pela queima de combustíveis fósseis para eletricidade, aquecimento, transporte, entre outros (MUTHU et al., 2012). O consumo de eletricidade na produção de camisas de algodão pode ser o principal contribuinte para a PEC (WANG et al., 2015), assim como a composição do tecido pode influenciar os níveis de PEC (YAMAGUCHI et al., 2011).

Sistemas de rotulagem podem incentivar o consumo de produtos com menor PEC (WANG et al., 2015), mesmo que o consumidor tenha limitado conhecimento prévio sobre vestuário com características sustentáveis ou sobre PEC (KHARE; SADACHAR, 2017), e mesmo que o processo atual de design das roupas influencie pouco na performance de sustentabilidade quando utilizado o critério de selo ecológico (CLANCY; FRÖLING; PETERS, 2015).

5. Discussões

A pesquisa bibliográfica sistematizada corroborou as afirmativas de Cooper (2004, 2010), e

Rivera e Lallmahomed (2015), sobre as poucas publicações em estratégias para extensão de vida do produto. Apesar disso, a Figura 1 permite verificar que este número vem crescendo.

Novas tecnologias oportunizam aumento da performance no uso do produto e de sua vida útil, além de contribuir para sustentabilidade ambiental, no entanto, riscos ao ambiente e à saúde são visualizados e novos protocolos e avaliações precisam ser criados, como alerta Wigger et al. (2015). Nesta perspectiva, a maior recorrência de publicações em ACV (Figura 2) demonstra a importância da ferramenta recomendada internacionalmente. Como uma ação de pró-atividade ambiental, pode ser implementada pelas empresas em resposta às pressões ambientais, apresentando benefícios econômicos significantes (TESTA et al., 2017).

Melhorias no design, nos materiais, em equipamentos de lavagem e secagem e em estratégias para venda não necessariamente determinam a extensão de vida do produto têxtil. Faz-se necessário ampliar os seguintes aspectos: a expertise dos profissionais do Design e Engenharia em relação ao tema; os inventários produzidos pelos profissionais e pelos bancos de dados comerciais de ACV; e, fundamentalmente, os dados sobre comportamento do consumidor. Vários autores ressaltam que a manutenção do produto, a reparabilidade, e a motivação para o descarte de peças ainda em condições de uso estão relacionados à ideologia e auto-identidade do consumidor (KHARE; SADACHAR, 2017; CLANCY; FRÖLING; Peters, 2015; WANG et al., 2015; ROOS et al., 2016; ACAR et al., 2017; FLETCHER, 2012; NORUM, 2017).

6. Considerações finais

O estímulo à utilização de produtos por mais tempo apresenta um aspecto paradoxal para o interesse econômico da indústria, uma vez que à primeira vista, poderia haver redução de vendas e lucros. Essa visão, no entanto, pode dificultar o desenvolvimento de ações que combinem a extensão de vida, por exemplo, com possibilidades de inovações tecnológicas na produção, no produto e nas formas de realizar manutenções e atualizações. O cenário apresentado neste trabalho demonstra que o assunto vem ganhando importância.

Novas estratégias oriundas das áreas da Engenharia e do Design podem contribuir para que as pessoas avaliem por quanto tempo uma peça de roupa pode durar além do prazo de garantia, para a disponibilização de informações sobre a durabilidade e potenciais contribuições ambientais e para a comunicação efetiva destas informações ao consumidor. Estas estratégias podem gerar informações fidedignas para o design do ciclo de vida, auxiliando no processo de

tomada de decisões visando à redução de impacto ambiental no setor têxtil.

REFERÊNCIAS

ACAR, Eda et al. Analyzing buying behavior of plus-size clothing consumers in e-commerce. **Ege University**, Department of Textile Engineering, Izmir, v. 68, n. 5, p. 396-404, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ISO 14044**: gestão ambiental: Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações. São Paulo, 2014.

BAKKER, C. et al. Products that go round: Exploring product life extension through design. **Journal of Cleaner Production**, v. 69, p. 10–16, 2014.

BROUILLAT, E. Live fast, die young? Investigating product life spans and obsolescence in an agent-based model. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 25, n. 2, p. 447–473, 2014.

BUSI, E. et al. Environmental sustainability evaluation of innovative self-cleaning textiles. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 439–450, 2016.

CHAPMAN, J. Sustaining relationships between people and things. In: DESIGN & EMOTION CONFERENCE 2006, Gothenburg. Design & Emotion Society, 2006.

CIMATTI, B.; CAMPANA, G.; CARLUCCIO, L. Eco Design and Sustainable Manufacturing in Fashion: A Case Study in the Luxury Personal Accessories Industry. **Procedia Manufacturing**, v. 8, n. Supplement C, p. 393–400, 2017.

CLANCY, G.; FRÖLING, M.; PETERS, G. Ecolabels as drivers of clothing design. **Journal of Cleaner Production**, v. 99, p. 345–353, 2015.

COOPER, T. The durability of consumers durables. **Business strategy and the Environment Strateg Environ**, v. 3, n. 1, p. 23–30, 1994.

COOPER, T. Inadequate Life? Evidence of Consumer Attitudes to Product Obsolescence. **Journal of Consumer Policy**, v. 27, n. 4, p. 421–449, 2004.

COOPER, T. The Significance of Product Longevity. In: COOPER, T. (Ed.). **Longer Lasting Products: Alternatives to the Throwaway Society**. Gower, 2010. p. 3–36.

DE SAXCE, M.; PESNEL, S.; PERWUELZ, A. LCA of bed sheets - Some relevant parameters for lifetime assessment. **Journal of Cleaner Production**, v. 37, p. 221–228, 2012.

Electronic Products Environmental Assessment 2006 (**EPEAT**) (USA). Disponível em: <<https://www.epeat.net/about-epeat/environmental-benefits/>>. Acesso em: 01 fev. 2018

ESTEVE-TURRILLAS, F. A.; DE LA GUARDIA, M. Environmental impact of Recover cotton in textile industry. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 116, p. 107–115, 2017.

FLETCHER, K. Durability, Fashion, Sustainability: The Processes and Practices of Use. **Fashion Practice: The Journal of Design, Creative Process & the Fashion**, 2012.

HAMMOND, Jan; KOHLER, Kristin. E-Commerce in the Textile and Apparel Industries. **The E-business Transformation: Sector Developments and Policy Implications**. Boston, p. 11-30. set. 2000.

HATCHER, G. D.; IJOMAH, W. L.; WINDMILL, J. F. C. Design for remanufacture: a literature review and future research needs. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 17, p. 2004–2014, 2011.

HICKS, A. L. Using multi criteria decision analysis to evaluate nanotechnology: nAg enabled textiles as a case study. **Environ. Sci.: Nano**, v. 4, n. 8, p. 1647–1655, 2017.

JULIO L. RIVERA & AMRINE LALLMAHOMED. Environmental implications of planned obsolescence and product lifetime: a literature review. **International Journal of Sustainable Engineering**, 2015.

KAYE, L. Textile recycling innovation challenges clothing industry. **Guardian Professional Network**, 2011.

KEOLEIAN, G.; MENEREY, D. Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and the Product System. **Environmental Protection**, p. 1–181, 1993.

KHARE, A.; SADACHAR, A. Green apparel buying behaviour: A study on Indian youth. **International Journal of Consumer Studies**, v. 41, n. 5, p. 558–569, 2017.

LAITALA, K. Consumers' clothing disposal behaviour - a synthesis of research results. **International Journal of Consumer Studies**, v. 38, n. 5, p. 444–457, 2014.

LAITALA, K.; BOKS, C.; KLEPP, I. G. Making Clothing Last : A Design Approach for Reducing the. **International Journal of Design**, v. 9, n. 2, p. 93–107, 2015.

LIMA, V. F. T. De. **O prolongamento da vida útil do vestuário de moda como alternativa para redução de seu impacto socioambiental**. 2013. USP, São Paulo, 2013.

MACHADO, P. G. S.; LEONEL, J. N. Práticas de Reciclagem de Resíduos Têxteis: uma contribuição para a gestão ambiental no Brasil. **Competência**, v. 7, n. 1, p. 129–145, 2014.

MANDA, B. M. K.; WORRELL, E.; PATEL, M. K. Prospective life cycle assessment of an antibacterial T-shirt and supporting business decisions to create value. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 103, p. 47–57, 2015.

MCLAREN, A., OXBORROW, L., COOPER, T., HILL, H. AND GOWOREK, H. **Clothing longevity perspectives: exploring consumer expectations, consumption and use**. Nottingham. Nottingham Trent University, 2015.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 8. ed. São Paulo: Hucitec, 2004.

MUTHU, S. S. K. et al. Carbon footprint reduction in the textile process chain: Recycling of textile materials. **Fibers and Polymers**, v. 13, n. 8, p. 1065–1070, 2012.

NORUM, P. S. Towards sustainable clothing disposition: Exploring the consumer choice to use trash as a disposal option. **Sustainability (Switzerland)**, v. 9, n. 7, p. 1187, 2017.

ROOS, S. et al. A life cycle assessment (LCA)-based approach to guiding an industry sector towards sustainability: the case of the Swedish apparel sector. **Journal of Cleaner Production**, v. 133, p. 691–700, 2016.

STAHEL, W. R. **Product durability and re-take after use**. In: MICHAEL KOSTECKI. The durable use of consumer products. Great Britain: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 29–40.

TERINTE, N. et al. Environmental assessment of coloured fabrics and opportunities for value creation: Spin-dyeing versus conventional dyeing of modal fabrics. **Journal of Cleaner Production**, v. 72, p. 127–138, 2014.

TESTA, F. et al. Removing obstacles to the implementation of LCA among SMEs: A collective strategy for exploiting recycled wool. **Journal of Cleaner Production**, v. 156, p. 923–931, 2017.

VAN NES, N.; CRAMER, J. Product lifetime optimization: a challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. **Journal of Cleaner Production**, 2006.

VENEZZOLI, C.; MANZINI, E. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

WANG, C. et al. Carbon footprint of textile throughout its life cycle: A case study of Chinese cotton shirts. **Journal of Cleaner Production**, v. 108, p. 464–475, 2015.

Waste Electrical & Electronic Equipment 2012 (WEEE) (EU). Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/legis_en.htm>. Acesso em 01 fev. 2018.

WIGGER, H. et al. Influences of use activities and waste management on environmental releases of engineered nanomaterials. **Science of the Total Environment**, v. 535, p. 160–171, 2015.

YAMAGUCHI, Y. et al. Evaluation of domestic washing in Japan using life cycle assessment (LCA). **International Journal of Consumer Studies**, v. 35, n. 2, p. 243–253, 2011.

ZONATTI, W. F. et al. Reciclagem de resíduos do setor têxtil e confeccionista no Brasil: panorama e ações relacionadas. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 6, n. 3, p. 50–69, 2015.

ANEXO

Quadro 1- Artigos encontrados pela pesquisa sistematizada

Palavras-chave	Artigos Encontrados e Autores	Ano
LCA and Textile Product	Monetisation of external socio-economic cost of industrial production: A social LCA-based care of clothing production. JVELDEN; NATASHA; VOGTLÄNDER.	2017
	Using multi criteria decision analysis to evaluate nanotechnology: nAg enabled textiles as a case study. HICKS, Andrea.	2017
	Environmental impact of recover cotton in textile industry. ESTEVE-TURRILLAS; LAGUARDIA.	2017
	A life cycle assessment (LCA) – based approach to guiding an industry sector towards sustainability: the case of the Swedish apparel sector towards sustainability: the case of the Swedish apparel sector.	2016
	Ecolabels as drivers of clothing design. CLANCY; FROLING; PETERS.	2015
	Environmental sustainability evaluation of innovative self-cleaning textiles. BUSI et al.	2016
	Prospective life cycle assessment of an antibacterial T-shirt and supporting business decisions to create value. MANDA; WORRELL; PATEL.	2015
	Life cycle assessment of cotton textile products in Turkey. BAYDAR; CILIZ; MAMMADOVA.	2015
	LCA of bed sheets: some relevant parameters for lifetime assessments. SAXCE; PESNEL; PERWUELZ.	2012
A selection of safeguard subjects and state indicators of sustainability assessments. STEEN, PALANDER.	2016	
LCA and Clothing	Environmental assessment of coloured fabrics and opportunities for value creation: Spin-dyeing, versus conventional dyeing of modal fabrics. TERINIE et al.	2014
	Monetisation of external socio-economic cost of industrial production: A social LCA-based care of clothing production. JVELDEN; NATASHA; VOGTLÄNDER.	2017
	Eco Design and Sustainable Manufacturing in Fashion. A case study in the luxury personal accessories industry. CIMATTI; CAMPANA; CARLUCCIO.	2017
	Using multi criteria decision analysis to evaluate nanotechnology: nAg enabled textiles as a case study. HICKS, Andrea	2017
	Evaluation of domestic washing in Japan using life cycle assessment (LCA). YAMAGUCHI et al.	2011
Is bleached cotton better than bleached? Exploring the limits of life-cycle assessment in textile sector. ROOS, POSNER, JÖNSSON, PETERS.	2015	
LCA and Garment	Monetisation of external socio-economic cost of industrial production: A social LCA-based care of clothing production. JVELDEN; NATASHA; VOGTLÄNDER.	2017
	Environmental impact of recover cotton in textile industry. ESTEVE-TURRILLAS; LAGUARDIA	2017
Lifespan and Textile Product	Is bleached cotton better than bleached? Exploring the limits of life-cycle assessment in textile sector. ROOS, POSNER, JÖNSSON, PETERS.	2015
	Robust UV – cured superhydrophobic cotton fabric surfaces with self-healing ability. QIANG et al.	2017
Lifespan and Clothing	Consumers' clothing disposal behaviour – a synthesis research results. LAITALA, Kirsi.	2014
	Making Clothing Last A Design Approach for Reducing the Environmental Impacts. LAITALA; BOOKS; KLEPP.	2015
Lifespan and Garment	Nada Encontrado	
Obsolescence and Textile Product	Influences of use activities and waste management on environmental releases of engineered nanomaterials. WIGGER et al.	2015
Obsolescence and Clothing	Construction of a model towards EOQ and pricing strategy for gradually obsolescence products. WAND, TUNG	2011
Obsolescence and Garment	Durability, Fashion, Sustainability: The processes and Practices of Use. FLETCHER.	2012
Product Life and Textile Product	Carbon Footprint Reduction in the Textile Process Chain: recycling of Textile Materials. MUTHU et al.	2012
	Carbon footprint of textile throughout it's life cycle: a case study of Chinese cotton shirts. WANG et al.	2015
	Analysis of deformability of flax-fibre nonwoven fabrics during manufacturing. OMNRANI et al.	2016
	Removing obstacles to the implementation of LCA among SMEs: A collective strategy for exploiting recycle wool. TESTA et al.	2017
	Towards Sustainable Clothing Disposition: Exploring the Consumer Choice to Use Trash as Disposal Option. NORUM, Pamela.	2017
Product Life and Clothing	Analysing buying of plus-size clothing consumers in ecommerce. ACAR et al.	2011
	Green apparel buying behaviour. A study on Indian youth KHARE; SADACHAR.	2017
Product Life and Garment	An Automated System for Garment Texture Design Class Identification. DEY, TAWHID, SHOYAB.	2015
	Application of design for disassembly in men's jacket: a study on sustainable apparel design. GAM et al	2011
	Consumer purchase behaviour of sports compression garments. A study of Generation Y and Baby Boomers cohorts. RAHULAN et al	2013
	Enhanced Product Lifecycle Information Management using "communicating materials". KUBLER et al	2015
	Life cycle Assessment of clothing libraries: can collaborative consumption reduce the environmental impact of fast fashion? ZAMANI; SADIM; PETERS.	2017
	Research on biogradable wool on sheepskin processing and eco-labeling. GAIDU et al.	2016

Fonte: Os Autores (2018)