



NETLOG 2021
International Conference on Network
Enterprises & Logistics Management

Utilização do Modelo 5 SEnSU para Avaliar o Setor Têxtil no Brasil Explorando o Meio Ambiente como Provedor de Recursos

Santos, C. E., Agostinho, F., Gianetti, B. F., Almeida C. M. V.

Universidade Paulista - UNIP

criseliz30178@gmail.com, agostinho@unip.br, biafgian@unip.br, cmvbag@unip.br

Resumo

Desde meados de 2010, no setor têxtil, há a tendência de associar o aumento da produção industrial a redução do gasto de insumos, geração de resíduos e gases que contribuem para o efeito estufa. As entidades de classe do referido setor sugerem que sejam estabelecidos e mantidos procedimentos específicos para identificar os aspectos ambientais de seus processos, produtos e serviços com o objetivo de identificar impactos significativos ao meio ambiente. Para tanto, há a necessidade de estabelecimento de métricas consistentes de sustentabilidade, para que os impactos ambientais sejam numericamente estabelecidos com método, claro e objetivo, para sua adoção como indicadores de desempenho, estratégias corporativas e políticas setoriais. O conceito de meio ambiente apoiado no tripé da sustentabilidade: meio ambiente, sociedade e economia é absolutamente correto. Todavia, propomos uma ampliação de escopo no conceito vigente uma vez que, o estabelecimento de um indicador que contemple apenas um dos elementos do tripé, pode privilegiar um em detrimento aos outros podendo distorcer o resultado global. A fim de preencher essa lacuna, é utilizado o modelo dos 5 SEnSU que propõe, como métrica ambiental, a análise das interações entre cinco setores contemplando o tripé conceitual de meio ambiente, sociedade e economia e o ampliando com a adoção de dois indicadores para cada setor, criando um painel de análise com dez indicadores resultantes de um sistema multicritério, no caso, o “*goal programming*”. O modelo de análise está sendo aplicado, em série histórica, de 2001 a 2018, no setor têxtil de fibra sintética para aplicação automotiva contemplando apenas o primeiro setor do modelo.

Palavras chave: Sustentabilidade, métricas ambientais, setor têxtil, têxtil automotivo, indicadores.

Abstract

Since mid-2010, in the textile sector, there has been a tendency to associate the increase in industrial production with a reduction in the expenditure of inputs and the generation of polluting materials and gases. Class entities in the textile sector propose that specific procedures be established and maintained to identify the environmental aspects of their processes, products, and services to identify significant environment impacts. There is a need to establish consistent, sustainable metrics so that environmental impacts are numerically established, with a clear and objective method for their adoption as performance indicators,

São Paulo, 2 – 5 de maio de 2021

corporate strategies, and sectoral policies. The concept of the environment supported by the sustainability tripod: environment, society and economy are correct. However, we propose an expansion of scope in the current concept, since the establishment of an indicator that contemplates only one of the elements of the tripod, can privilege one to the detriment of the others, distorting the overall result. To fill this gap, we present the application of the 5 SEnSU model that proposes, as an environmental metric, the analysis of the interactions between five sectors contemplating the conceptual group of environment, society and economy and expanding it with the adoption of two indicators for each sector, creating an analysis panel with ten indicators resulting from a multicriteria system, in this case, “goal programming”. The model is being applied, in historical series, from 2001 to 2018, in the textile sector of synthetic fiber for automotive application, contemplating only the first sector of the model.

Keywords: Sustainability, environmental metrics, textile sector, automotive textile, indicators.

Resumen

Desde mediados de 2010, en el sector textil, se ha tendido a asociar el aumento de la producción industrial con una reducción en el gasto de insumos, generación de residuos y gases que contribuyen al efecto invernadero. Las entidades de clase del sector mencionado sugieren que se establezcan y mantengan procedimientos específicos para identificar los aspectos ambientales de sus procesos, productos y servicios con el fin de identificar impactos significativos en el medio ambiente. Por lo tanto, es necesario establecer métricas de sostenibilidad consistentes, de manera que los impactos ambientales se establezcan numéricamente con un método claro y objetivo, para su adopción como indicadores de desempeño, estrategias corporativas y políticas sectoriales. El concepto de medio ambiente sustentado en el trípode de la sostenibilidad: medio ambiente, la sociedad y la economía es absolutamente correcta. Sin embargo, proponemos una ampliación de alcance en el concepto actual ya que, el establecimiento de un indicador que contemple solo uno de los elementos del trípode, puede privilegiar uno en detrimento de los demás, distorsionando el resultado global. Para llenar este vacío se utiliza el modelo 5 SEnSU, que propone, como métrica ambiental, el análisis de las interacciones entre cinco sectores contemplando el trípode conceptual de medio ambiente, sociedad y economía y ampliándolo con la adopción de dos indicadores para cada sector, creando un panel de análisis con diez indicadores resultantes de un sistema multicriterio, en este caso, “goal programming”. El modelo de análisis se está aplicando, en series históricas, de 2001 a 2018, en el sector textil de fibras sintéticas para aplicación automotriz, contemplando solo el primer sector del modelo.

Palabras clave: Sostenibilidad, sector textil, textil automotriz, indicadores.

1 Introdução

O uso de fibras têxteis para tecimento de tecidos remonta a história do homem no planeta. O crescimento da cadeia têxtil no mundo, bem como seus aspectos técnicos, acompanha o aumento da população desenvolvimento de novas fibras e novos materiais, (Yasin, 2019).

No Brasil antes da chegada dos portugueses, os índios praticavam o entrelaçamento grosseiro e primitivo de fibras naturais. No período colonial brasileiro havia atividade têxtil, mas foi com a automação das máquinas na Revolução Industrial que a indústria têxtil revelou seu vigor oferecendo muitos empregos e sendo um vetor de inovação com os cartões perfurados dos teares Jacquard. Mostrou também uma face mais sombria relacionada a saúde, segurança do trabalho e sustentabilidade.

De acordo com (Abit, 2019), atualmente, a indústria têxtil é o segundo maior segmento empregador do país perdendo apenas para os setores de alimentos e bebidas juntos, além de ser referência mundial em design de vestuário; gerando mais de 1,5 milhão de

empregos diretos. Aproximadamente 8 milhões de empregos indiretos contando com mais de 33 mil empresas no país, viveu uma época de crescimento e desenvolvimento com incentivos governamentais para exportação, que foi do início da década de 1970 até o início da década de 1990. O apogeu do setor teve forte desaceleração em virtude da quebra da lei de reserva de mercado do Governo Collor.

No setor têxtil brasileiro há o segmento de tecidos sintéticos com aplicação automotiva. Segundo (Siditextil 2014), esse segmento responde por 30,5% do PIB (Produto Interno Bruto) de todo setor têxtil brasileiro compreendendo a maior fatia de participação no segmentação do setor.

Desde 2009 há uma mobilização no setor a fim de incentivar a adoção de práticas e premissas do modelo de produção mais limpa por parte das entidades de classe. O uso de água, corantes e químicos em geral na entrada da cadeia produtiva, bem como os elementos de saída do processo de manufatura, comprometem os recursos naturais sugerindo desequilíbrio entre a sociedade, o meio ambiente e a economia.

Diante do cenário, a adoção de métricas consistentes para avaliar a sustentabilidade do setor têxtil brasileiro é relevante em virtude de representatividade social, ambiental e econômica em série histórica. O setor têxtil brasileiro compreende a fabricação de fibras, fiação, tecimento e confecção. É uma ampla cadeia de suprimentos que possui penetração em quase tudo que fazemos no cotidiano.

O estudo propõe a análise da sustentabilidade do setor têxtil brasileiro, especificamente, no segmento de tecidos com fibra sintética com aplicação automotiva em série histórica do ano de 2001 a 2018, possibilitando a composição de um painel de análise que permita a identificação do comportamento do setor têxtil brasileiro sob o ponto de vista da sustentabilidade.

O meio de análise para construção desse painel temporal de sustentabilidade do setor têxtil brasileiro é modelo do 5 SEnSU. O 5 SEnSU é um modelo que considera as interações entre cinco setores. O primeiro setor é o meio ambiente provendo recursos a manufatura de produtos e/ou prestação de serviços. O segundo setor também é o meio ambiente, mas, dessa vez, recebendo o “resultado” dos processos de transformação ou da prestação de serviços que, de uma maneira simplista, podemos considerar como resíduos. O terceiro setor é a indústria de transformação ou a prestação de serviços propriamente dita. O quarto setor diz respeito a sociedade oferecendo recursos a indústria e/ou a prestação de serviços. O quinto setor também leva em consideração a sociedade, mas, nessa ocasião, “recebendo” o resultado de algum processo de transformação, seja da manufatura e/ou prestação de serviços.

Segundo publicação da (ABIT 2020), o setor têxtil brasileiro apresenta a seguinte configuração:

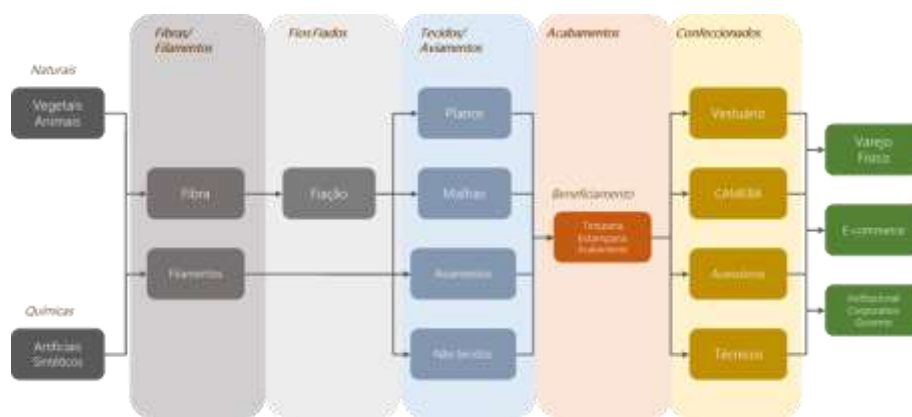


Figura 1: Composição do setor têxtil brasileiro

Fonte: Abit, 2020

A fim identificar as operações envolvidas nesse estudo destaca-se:

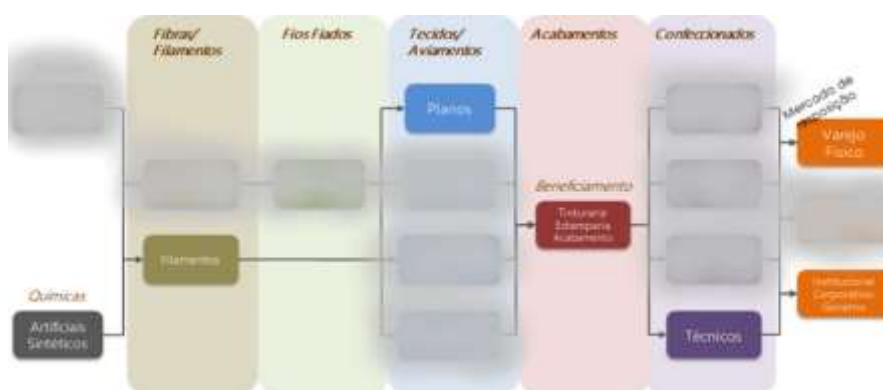


Figura 2: Rota de estudos do segmento têxtil de fibra têxtil com aplicação automotiva

Fonte: Abit, 2020

São consideradas dados das entidades de classe setoriais do setor automotivo referenciado pela Anfavea (Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores) e, no setor têxtil brasileiro as informações são referenciadas pela ABIT (Associação Brasileira da Indústria Têxtil), Sinditextil (Sindicato dos Trabalhadores da Indústria de Fiação e Tecelagem de São Paulo) e Abrafas (Associação Brasileira dos Fabricantes de Fibra Sintética).

O objetivo do presente estudo é avaliar o desempenho ambiental do setor têxtil de fibra sintética com aplicação automotiva utilizando o modelo 5 SENSU no período de 2001 a 2018 explorando as relações somente entre o primeiro e o terceiro setor onde o meio ambiente é provedor de recursos.

2 Revisão da literatura

Segundo (Slack 2002), o primeiro grande modelo de produção conhecido pela humanidade foi o modelo de produção em massa desenvolvido por Ford que foi inspirado pela Administração Científica do Trabalho de Taylor. Nesse cenário, a noção de eficiência e vantagem competitiva estava apoiada na quantidade produzida, quanto mais melhor.

Mais tarde, na primeira metade da década de 1970, em virtude da crise do petróleo, foi popularizado o segundo grande modelo de produção que foi o modelo de produção enxuta. Nessa época, a ideia de eficiência e vantagem competitiva estava apoiada na produção em altos volumes, mas com nenhum desperdício.

O terceiro grande modelo de produção é a produção mais limpa que envolve a produção de bens em larga escala com eliminação total de desperdícios e respeito ao meio ambiente. Vantagem competitiva e eficiência nesse contexto é procurar rever processos e insumos de maneira a preservar e não agredir o meio ambiente. Segundo (Li 2021), o aumento da produção deve estar aliado a redução do uso de matérias primas e insumos gerando menos poluentes e emissões.

A adoção medições adequadas e estabelecimento de indicadores podem trazer a luz oportunidades de melhoria sob o ponto de vista técnico, ambiental, social e econômico.

Sob o ponto de vista técnico devem ser levados em consideração as propriedades, características e requisitos das matérias primas e insumos em geral além de possível adaptações nos equipamentos sem comprometer a qualidade do produto. Caso a proposta tenha tido avaliação técnica favorável, segue para avaliação ambiental.

A cadeia têxtil conta com seu processo produtivo em várias etapas todavia, nessa oportunidade, será abordado, apenas, o processo produtivo de tecido com fibra sintética com aplicação automotiva. O setor têxtil brasileiro, no segmento de fibra sintética de aplicação automotiva, vive um misto dos três grandes modelos de produção conhecidos até o momento sendo: modelo de produção em massa, modelo de produção enxuta e modelo de produção mais limpa.

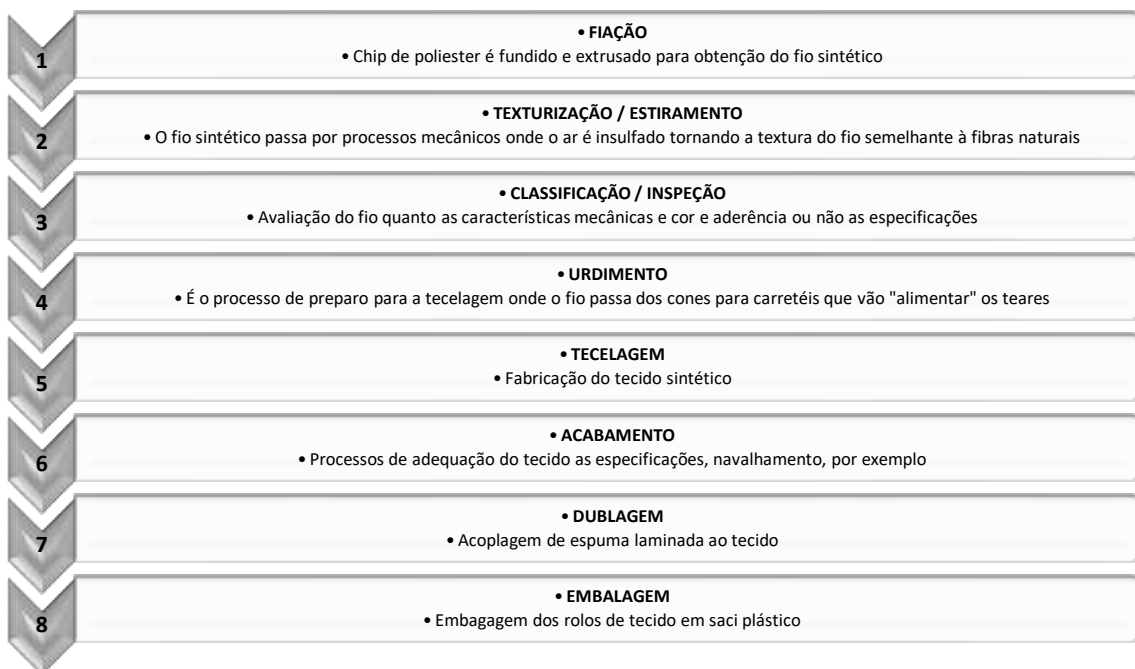


Figura 3: Processo produtivo de tecido sintético com aplicação automotiva

Fonte: o autor, 2021

Em estudo realizado pelo (Sinditextil e Cetesb em 2009), foi sugerido para o todo o setor têxtil os seguintes indicadores ambientais:

Indicador ambiental	Unidade/ Modo de medição
Consumo de água	m ³ / produto produzido
Reutilização da água	porcentagem
Consumo total de energia	kWh/produto produzido
Carga orgânica específica/vazão especificada (despejo bruto) desengomagem, tingimento, estamparia, alvejamento e mercerização	kg DBO _{5,20} /t ou m ³ /t de produto produzido
Geração total de resíduos	kg/produto produzido
Geração total de resíduos Classe I - perigosos	kg/produto produzido
Geração total de resíduos Classe II - não perigosos	kg/produto produzido
Resíduos recicláveis	kg/produto produzido

Figura 4: Indicadores ambientais para o setor têxtil

Fonte: Sinditextil e Cetesb, 2009.

3 Método

O modelo 5 SEnSU identifica os fatores de oferta e demanda nas dimensões ambiental, econômica e social.

Segundo (Giannetti , 2019), o modelo do 5 SenSU é uma ferramenta de suporte na avaliação da sustentabilidade dos sistemas e do seu inter-relacionamento de forma holística considerando, ao mesmo tempo, as dimensões ambiental, social e econômica; cinco setores sendo: setor ambiental como fornecedor e receptor, setor da unidade produtiva como gerador de bens e serviços e o setor social como provedor de força de trabalho e insumos e ainda, como consumidor de bens e serviços (Giannetti, 2019).

O modelo identifica o ambiente em função de um receptor e um fornecedor.

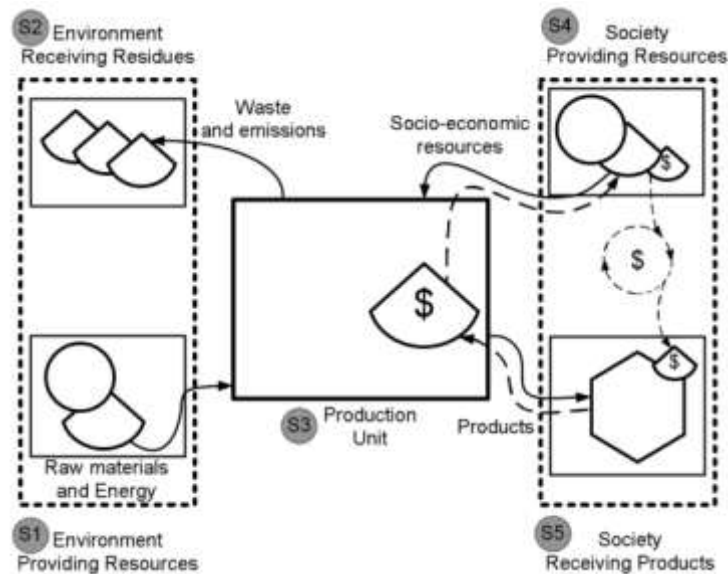


Figura 5: Modelo do 5 SenSU. S = setor

Fonte: Giannetti, 2019

A figura 5 ilustra o “5 Sector Sustainability model”, modelo de sustentabilidade nos 5 setores e adota a simbologia usada na contabilidade ambiental em energia proposta por (Odum, 1986) onde os círculos representam fontes de energia. A figura semelhante a uma caixa d’água norte americana refere-se a um estoque. O hexágono corresponde ao consumidor. As setas contínuas representam o fluxo de material e energia e as setas tracejadas ao fluxo de dinheiro no sistema.

Segundo (Langa 2018), o modelo aponta que:

- a) O ambiente no setor 1 tem uma função de origem fornecendo matérias-primas em geral para suportar as funções da unidade de produção (setor 3).
- b) O ambiente no setor 2 tem uma função de sumidouro, sendo o receptor dos resíduos e emissões gerados pelas atividades da unidade de produção. A sociedade detém as funções de fornecedor e consumidor.
- c) A sociedade do setor 4 fornece recursos socioeconômicos à unidade de produção, como mão de obra, conhecimento e *know-how*, e recebe dinheiro para isso.
- d) A unidade de produção, por outro lado, fornece produtos que serão consumidos pela sociedade que paga por eles.

Apenas do lado direito do diagrama circula dinheiro como resultado de atividades realizadas por seres humanos. Já do lado esquerdo do diagrama encontram-se apenas fluxos de materiais. Ressalta-se que, os recursos fornecidos pelo meio ambiente são identificados como “recursos livres”, posto que, não houve nenhum tipo de pagamento por esse recurso. A unidade produtiva não realiza nenhum tipo de pagamento ao meio ambiente como meio compensação aos serviços de diluição ou decomposição de resíduos nem pela dissipação de gases tóxicos por ela emitidos (Giannetti, 2019).

O modelo do 5 SEnSU recomenda que seja utilizado, ao menos, um indicador para cada setor. É possível estender o número de indicadores por setor de acordo com a necessidade ou conveniência do projeto.

Procurando definir indicadores que contemplessem as recomendações do segmento textile de fibra sintética com aplicação automotiva ao mesmo tempo que permitisse criar um painel de análise em série temporal entre os anos de 2001 a 2018, foram adotados 2 indicadores para cada setor conforme figura 6 onde serão abordados somente os indicadores do primeiro setor explorando as relações entre o primeiro e o terceiro setor.

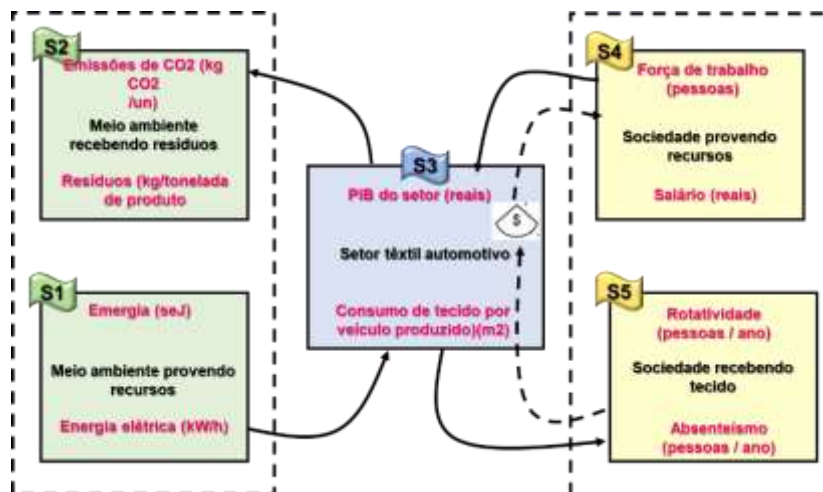


Figura 6: Modelo do 5 SEnSU.

Fonte: O autor, 2021

Cabe ressaltar que será discutido, apenas, os resultados do primeiro setor que refere-se ao meio ambiente como provedor de recursos onde, os indicadores utilizados são a contabilidade ambiental em energia em (seJ) e o consumo de energia elétrica em (kW/h).

4 Resultados e discussão

O modelo do 5 SEnSU avalia as interações entre os cinco setores, conforme figura 6. Todavia, nessa oportunidade, será discutido as interações entre o primeiro setor que é o

meio ambiente provendo recursos e o terceiro setor como sendo a unidade produtiva do tecido sintético com aplicação automotiva.

4.1 Emergia como indicador de sustentabilidade das relações entre o primeiro e o terceiro setor

Para que a contabilidade ambiental em emergia, um dos indicadores do primeiro setor, seja possível é necessário que o inventário de todos os recursos utilizados no processo de fabricação de tecido com fibra sintética para aplicação automotiva seja realizado.

Item	Especificações	Uni.	Classe	Quant.	UEV	Emergia	%
				(J/ano)	(sej/J)	(sej/ano)	(sej/sej)
Fase de implantação							
1	Aço (construção + máquinas)	g	F	3,42E+08	2,19E+07	7,49E+15	0%
2	Alumínio (telhas)	g	F	4,52E+06	2,50E+08	1,13E+15	0%
3	Concreto	g	F	3,12E+08	4,70E+09	1,47E+18	8%
4	Mão de obra	J	F	5,30E+09	4,95E+06	2,62E+16	0%
Fase de operação							
5	Mão de obra	J	F	1,39E+11	4,95E+06	6,88E+17	4%
6	Energia elétrica	J	F	2,37E+13	2,06E+05	4,88E+18	27%
7	Água	J	F	6,00E+03	6,55E+04	3,93E+08	0%
8	Resina	J	F	4,46E+13	2,15E+05	9,59E+18	53%
9	Químicos	J	F	8,95E+11	4,38E+04	3,92E+16	0%
10	Espuma	J	F	6,00E+12	1,92E+05	1,15E+18	6%
11	Tubete (papelão)	J	F	5,10E+11	1,50E+05	7,65E+16	0%
12	Plástico	J	F	3,45E+11	1,92E+05	6,62E+16	0%
						1,80E+19	100%

Tabela 1: Inventário da contabilidade ambiental em emergia do processo produtivo de tecido sintético com aplicação automotiva

Fonte: o autor, 2021

O inventário apresenta a resina, que é a matéria prima para fabricação da fibra sintética, derivada do pretróleo com 53% de participação, seguido pela energia elétrica com 27% em seguida pela mão de obra considerando a fase de operação do inventário.

Na linha 8 da tabela 1 foi calculada a variação da quantidade consumida de polyester no Brasil nos anos de 2001 a 2018 de acordo com publicação da (Abit, 2018). Variando a quantidade consumida de resina, linha 8 da tabela 1, criamos um painel de variação da emergia na mesma série temporal.

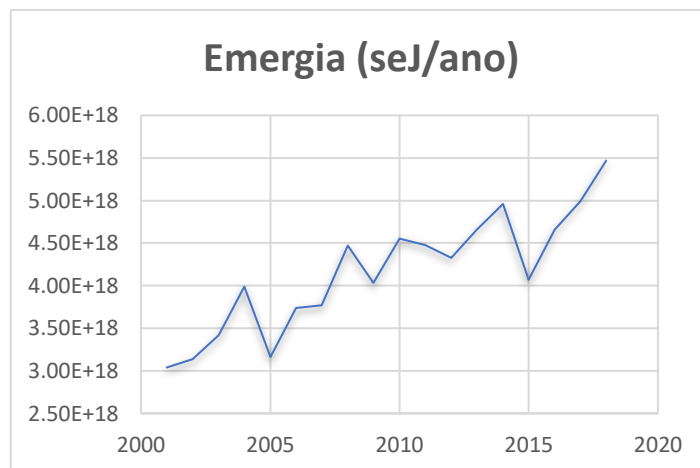


Gráfico 1: Variação da energia em função da quantidade de polyester entre os anos de 2001 a 2018

Fonte: o autor, 2021

4.2 Energia elétrica como indicador de sustentabilidade das relações entre o primeiro e o terceiro setor

O comportamento do consumo de energia elétrica do têxtil sintético com aplicação automotiva coincide com o volume produzido em função da demanda de mercado.

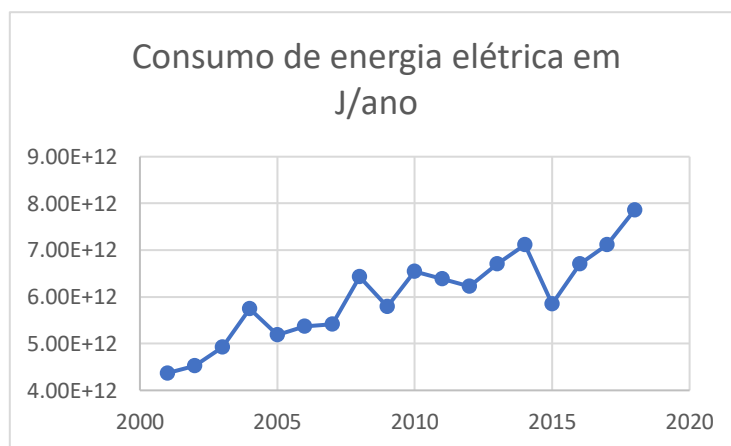


Gráfico 2: Variação do consumo de energia elétrica no segmento têxtil de fibra sintética com aplicação automotiva entre os anos de 2001 a 2018

Fonte: o autor, 2021

5 Conclusão

O modelo do 5 SENSU apresenta a possibilidade de fechar uma lacuna no setor têxtil brasileiro de fibra sintética com aplicação automotiva podendo colaborar na definição de políticas corporativas e públicas a partir da intensidade das relações entre os cinco setores.

De acordo com consulta feita nas entidades de classe, não há, em todo setor têxtil brasileiro, a definição de indicadores de sustentabilidade que apresentem bases metodológicas consistentes que possam ser adotados como métrica de sustentabilidade multicritério.

O presente tem como escopo as interações entre os setores 1 e 3 do modelo 5 SEnSU através da emergência e da energia elétrica desse segmento em série histórica entre os anos de 2001 e 2018.

Diante disso, identificamos a oportunidade de ampliação do cenário para todos os setores do modelo com seus respectivos indicadores de sustentabilidade.

A avaliação da sustentabilidade do segmento entre os anos de 2001 a 2018 não só cria um cenário sob o ponto de vista de avaliação ambiental do como também permite a composição de cenários futuros a partir do comportamento no referido período.

Referências

ABIT. Relatório Setorial da Indústria Têxtil. São Paulo, 2020.

ABIT. <https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor> , acessado em 25/03/2021.

ABNT. Coletânea de normas técnicas de não tecidos. Rio de Janeiro, 2002. p. 4, item 3.70.

Alves, J.S.; Palombo, C.R. Prevenção à poluição: manual para a implementação do programa. São Paulo: CETESB, 1995. 51 p.

B. F. Gianetti, C. M. V. B Almeida, F. Sevegnani, Feni Agostinho, Roberto García, Gengyuan LIU. “Five sector sustainability model: A proposal for assessing sustainability of production systems”. São Paulo, 2019.

Bertalanffy, Ludwig Von (1975). Teoria Geral dos Sistemas 2 ed. Petrópolis: Vozes. 351 páginas

C. M. V. B Almeida, M. A. Madureira, S. H. Bonilla, B. F. Gianetti. “Assessing the replacement of lead in solders: effects on resource use and human health. Journal of Cleaner Production. São Paulo, 2012.

Hengyu, Pan et al. “Emergy-based environmental accounting of a mine system”. Environmental Science and Pollution Research, Alemanha, 2019.

Langa, E. S. “Medindo desigualdades para superar de forma sustentável as armadilhas da pobreza das nações: o caso de Moçambique. São Paulo. 2019.

Li, Xin. Wang, Laili. Ding, Xuemei. “Textile supply chain waste management in China”. Journal of Cleaner Production. 2021.

M. A. Madureira, S. H. Bonilla, B. F. Gianetti. “Assessing the replacement of lead in solders: effects on resource use and human health. Journal of Cleaner Production. São Paulo, 2012. tem um balabço de massa aqui

Maluf, E.; Kolbe, W. Dados técnicos para indústria têxtil. 2.ed. São Paulo: IPT: ABIT, 2003.

Odum, H T. Environmental Accounting: Emergy and Environmental Decision Making. United States: Wiley. 1996. 384 pages. ISBN-13: 978-0471114420.

Padilha, M.L.M.L. Indicadores de desenvolvimento sustentável para o setor têxtil.

- Santos, M.S. et al. Projeto piloto de prevenção à poluição nas indústrias do setor têxtil: Cermatex Indústria de Tecidos Ltda - relatório técnico. São Paulo: CETESB, 2001. 65 p.
- Santos, M.S.; Ferrari, L.R.; Figueiredo, M.G. Compilação de técnicas de prevenção à poluição para indústria têxtil. 2.ed. São Paulo: CETESB, 2001. (Manuais Ambientais).
- Sinditextil. Guia Técnico Ambiental da Industria Têxtil - Serie P+L. São Paulo, 2009.
- Sinditextil. Indicadores de Desempenho Ambiental do Setor Têxtil. São Paulo, 2009.
- Slack, Nigel. “Administração da Produção”. São Paulo. Editora Atlas, 2002.
- SNOWDEN SWAN, L.J. Pollution prevention in the textile industries. In: FREEAMEN, H.M.
- UNITED STATES. EPA. Office of Research and Development. Best available techniques for pollution prevention in textile industry. Washington, 1995.
- Ulgiati, Sergio. Brown, Mark T. “Labor and Services as Information Carriers in Emergy LCS Accounting”. Journal of Environmental Accounting and Management. Julho 2014.
- Wagner, M.; Wehrmeyer, W. Environmental impacts of the textile finishing industry: final report. Brighton: SPRU/University of Sussex, 1999. Centre for Environmental Strategy. Project EU - MEPI.
- Yang, Q., Geng, Y., Sun, L. “Emergy accounting on natural graphite and spherical graphite. Chinese Journal of Ecology.
- Yasin, Sohail. Sun, Danmei. “Propelling textile waste to ascend the ladder of sustainability: EOL study on probing environmental parity in technical textiles”. Journal of Cleaner Production. 2019.