

**Estudo Comparativo das
Características Ambientais
das Principais Fibras Têxteis**

Fernando Barros de Vasconcelos

Professor do Curso de Engenharia Têxtil do Centro Universitário da FEI
Consultor de empresas

Introdução

A cadeia têxtil é responsável por parte dos impactos ambientais que atingem nosso planeta. Dentro desse contexto muito se tem falado sobre fibras têxteis que são mais ou menos poluentes, mais ou menos sustentáveis, muitas vezes sem conhecimento pleno desse contexto. A análise desse estudo procurar mostrar os impactos ambientais mais importantes das principais fibras e uma avaliação gráfica qualitativa desses impactos.

Fibras analisadas:

As fibras foram escolhidas em função de sua importância no mercado têxtil e são divididas conforme segue:

1. Fibras Naturais

- Algodão
- Lã

2. Fibras Artificiais

- Viscose
- Viscose (Bambu)
- Liocel / Tencel

3. Fibras Sintéticas

- Poliamida (Nylon)
- Poliéster

Principais aspectos ambientais analisados:

1. Impacto para a saúde pública e meio ambiente

- Saúde
- Meio ambiente

2. Consumo de energia e eficiência energética

- consumo de energia

3. Utilização de recursos

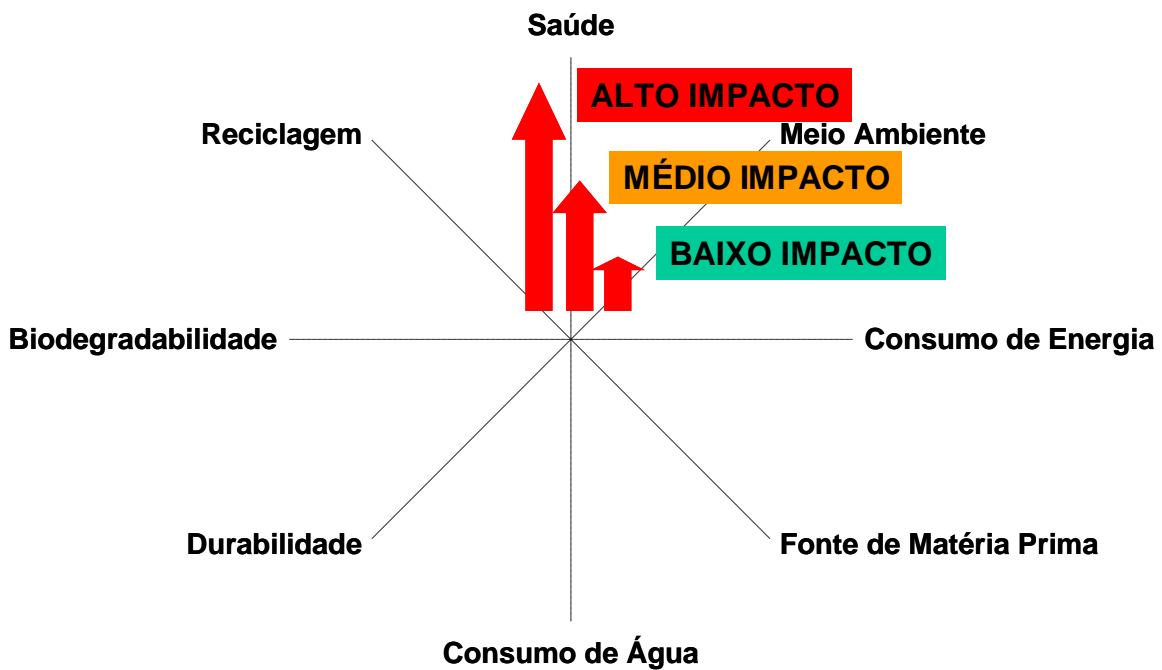
- Matéria prima renovável
- Consumo de água

4. Gerenciamento do final de vida

- Reuso
- Biodegradabilidade
- Reciclagem

Gráfico de avaliação qualitativa de impactos

Cada um dos aspectos ambientais analisados foi colocado num eixo do gráfico e recebeu uma avaliação de impacto (alto, médio e baixo). Foi efetuado um gráfico para cada uma das fibras analisadas. A figura abaixo exemplifica a construção dos gráficos. Quanto maior for a área preenchida do gráfico maior o impacto geral provocado pela fibra.



ALGODÃO

1. Saúde

- Problemas de saúde causados por **pesticidas** e **inseticidas**. É responsável por **24%** do consumo de **inseticidas** e **11%** do de **pesticidas** no mundo embora utilize **2,4%** da **área total cultivada**
- **Bicinose** (disfunção pulmonar causada pela aspiração crônica de fibrilas de algodão)

2. Meio ambiente

- Contaminação do **solo**, da **água** e da **fauna** local por **pesticidas**, **inseticidas** e **fertilizantes** (esse último causa a **eutroficação** das águas)
- Degradação da terra causada por **salinização** e **erosão**

3. Consumo de energia

- Considerada toda sua vida útil, os produtos de algodão apresentam no total maior consumo de energia que os sintéticos.
- Os maiores consumos estão focados no **combustível** para máquinas agrícolas e tratores, na **fiação** e, principalmente, nos processos de **manutenção** (lavagem, secagem e passagem a ferro)
- As principais razões são: necessidade de **lavagem mais intensa**, maior **tempo de secagem** em função da maior absorção de água, necessidade de **passagem a ferro**, grandes **perdas no processo** de produção, notadamente na Fiação (15 a 20%), **menor vida útil** do produto final.

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Biobased**: A princípio utiliza matéria prima renovável. Porém a degradação do solo e dos lençóis de água pode comprometer sua renovação. Utiliza 2,4% da área cultivada no mundo.

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para irrigação: de 7000 a 29000 litros por kg de fibra segundo o local de plantio. No Brasil não se utiliza irrigação.

- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Média durabilidade

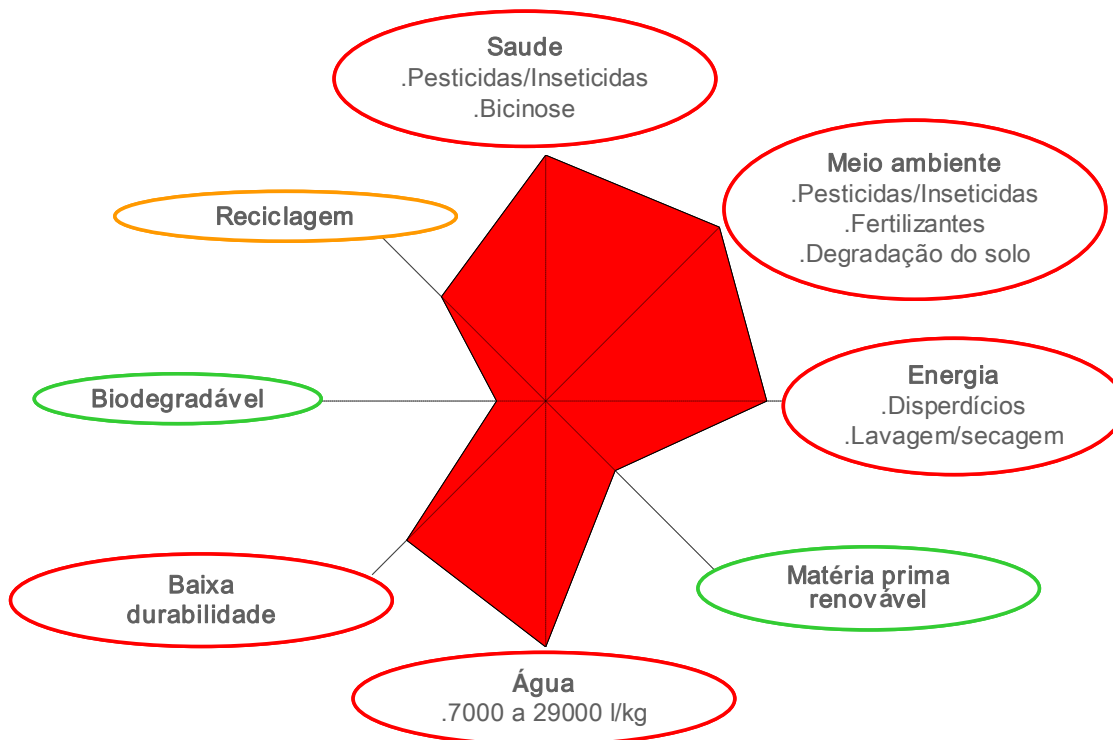
7. Biodegradabilidade

- Biodegradável

8. Reciclagem

- Pode ser reciclado mas o pequeno comprimento das fibras dificulta o processo
- Os resíduos da fiação são reaproveitados para fios grossos e barbantes

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Algodão



LÃ

1. Saúde

- Problemas de saúde causados por **inseticidas**

2. Meio ambiente

- Contaminação do **solo**, da **água** e da **fauna** local por **inseticidas**
- Emissões de **gás metano** (NH₄) pelas ovelhas
- Efluentes do processo de lavagem da lã contendo resíduos de **inseticidas, detergentes e graxa**

3. Consumo de energia

- Apesar de não existirem muitos dados disponíveis, apresenta consumo de energia inferior ao algodão mas superior aos sintéticos.
- As principais razões são: necessidade de **lavagem mais intensa**, maior **tempo de secagem** em função da maior absorção de água, necessidade de **passagem a ferro**, **perdas no processo** de produção, notadamente na Fiação, **menor vida útil** do produto final

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Biobased**: Utiliza matéria prima renovável..

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para criação das ovelhas e lavagem da lã: 150 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Média durabilidade

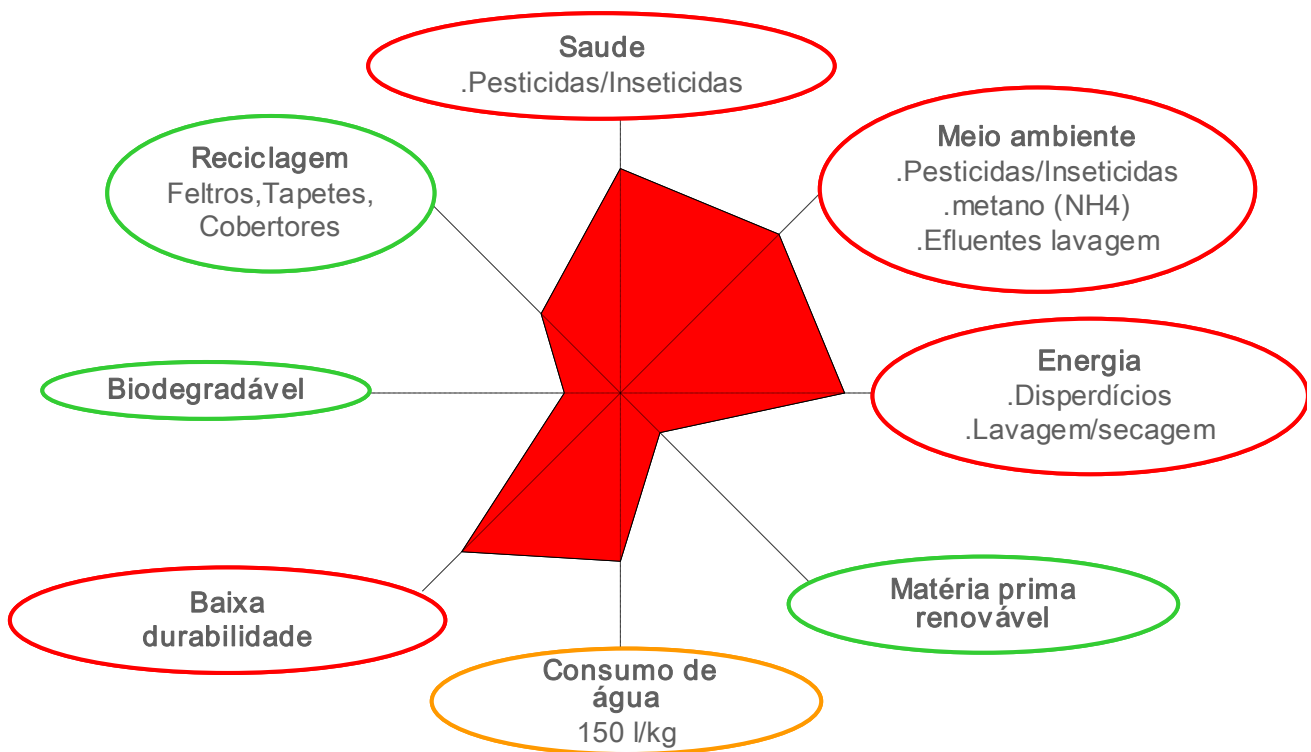
7. Biodegradabilidade

- Biodegradável

8. Reciclagem

- Facilidade de reciclagem em outros têxteis como feltros e não tecidos

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Lã



VISCOSE

1. Saúde

- Problemas relacionados ao manuseio e contato com **Soda Cáustica** e **Ácido Sulfúrico**
- Emissões internas de **CS₂ – Sulfeto de Carbono** (com largo espectro de efeitos nocivos à saúde)

2. Meio ambiente

- Emissões para a atmosfera de **CS₂ – Sulfeto de Carbono** (alto efeito tóxico crônico) e **H₂S – Gás Sulfídrico** (muito alto efeito tóxico agudo).

3. Consumo de energia

- Apresenta alto consumo de energia em função de: alto **consumo para produção da fibra**, alta **absorção de água**, necessidade de **passagem a ferro** e baixa durabilidade

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Biobased**: Utiliza polpa de madeira ou línter de algodão. No primeiro caso é renovável embora em largas escalas o consumo pode se tornar maior do que permite o ciclo de reflorestamento. No segundo tem os mesmos impactos do plantio de algodão.

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para produção da fibra: 640 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Baixa durabilidade

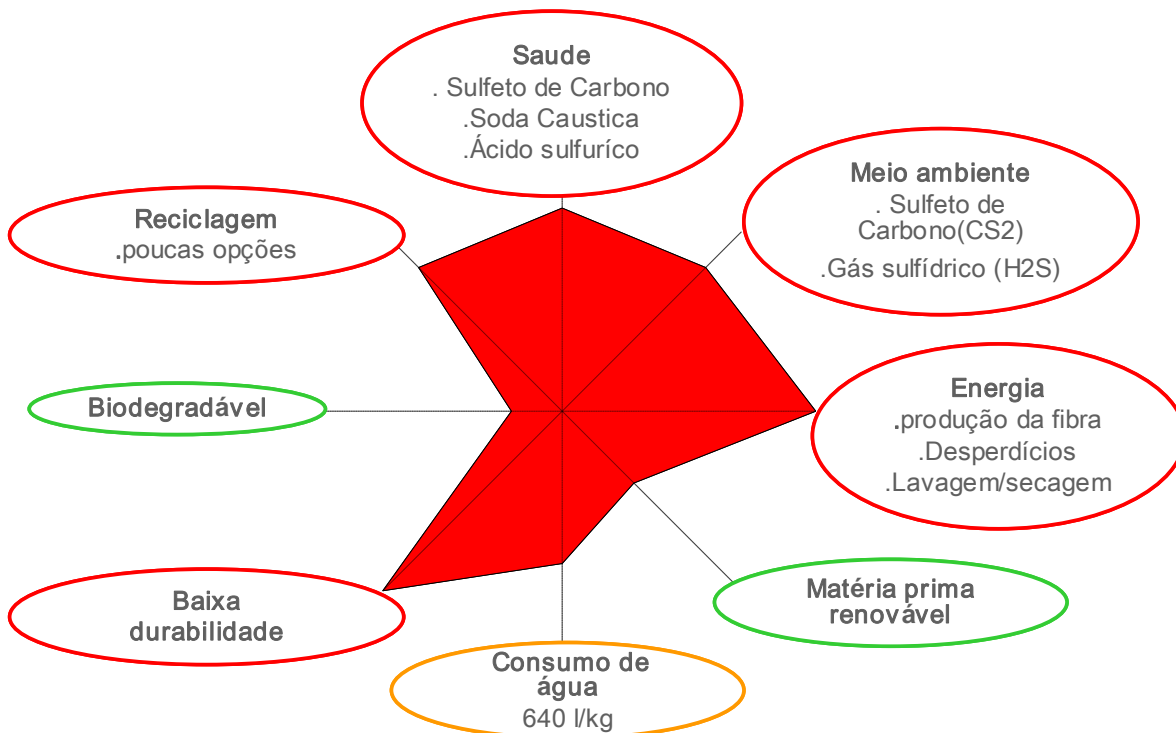
7. Biodegradabilidade

- Biodegradável

8. Reciclagem

- Dificuldade de reciclagem em função do pequeno comprimento das fibras, baixa coesão e baixa resistência

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Viscose



VISCOSE (BAMBÚ)

1. Saúde

- Problemas relacionados ao manuseio e contato com **Soda Cáustica e Ácido Sulfúrico**
- Emissões internas de **CS₂ – Sulfeto de Carbono** (com largo espectro de efeitos nocivos à saúde)

2. Meio ambiente

- Emissões para a atmosfera de **CS₂ – Sulfeto de Carbono** (alto efeito tóxico crônico) e **H₂S – Gás Sulfídrico** (muito alto efeito tóxico agudo).

3. Consumo de energia

- Apresenta alto consumo de energia em função de: alto **consumo para produção da fibra**, alta **absorção de água**, necessidade de **passagem a ferro** e baixa durabilidade

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Biobased**, com as seguintes características:
 1. Bambu cresce naturalmente sem necessidade de pesticidas ou fertilizantes
 2. Necessita muito menor uso de maquinas para plantio
 3. A plantação de bambu recupera o solo e evita erosão
 4. A plantação de bambu é grande fonte de fotossíntese

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para produção da fibra: 640 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Baixa durabilidade

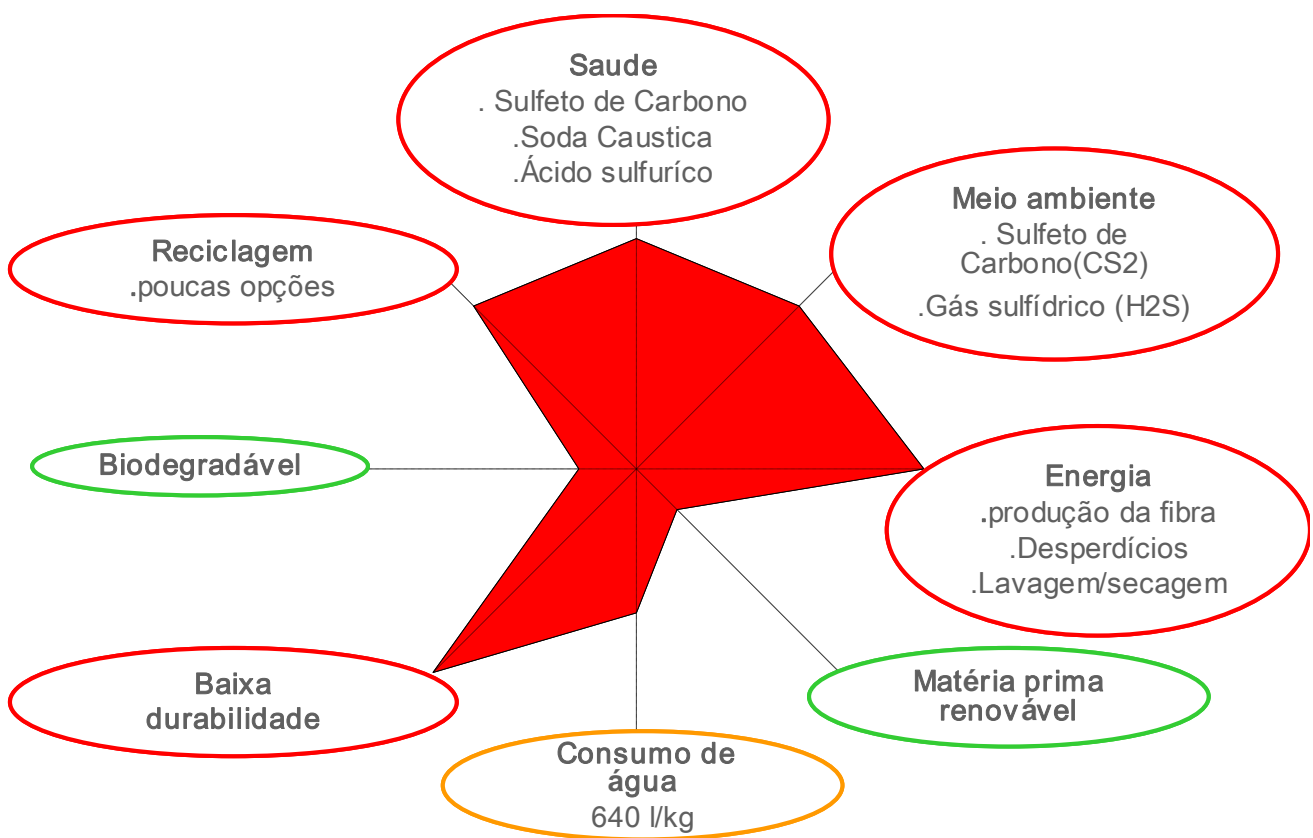
7. Biodegradabilidade

- Biodegradável

8. Reciclagem

- Dificuldade de reciclagem em função do pequeno comprimento das fibras, baixa coesão e baixa resistência

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Viscose (Bambu)



LIOCEL / TENCEL

1. Saúde

- Utiliza como solvente **N-methylmorpholine-N-oxide** que não tóxico e **99,5%** é recuperado e reutilizado no processo

2. Meio ambiente

- Potencialmente sem emissões tóxicas para água ou atmosfera

3. Consumo de energia

- Apresenta alto consumo de energia em função de: alto **consumo para produção da fibra**, alta **absorção de água**, necessidade de **passagem a ferro** e baixa durabilidade

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Biobased**: Utiliza polpa de madeira ou linter de algodão. No primeiro caso é renovável embora em largas escalas o consumo pode se tornar maior do que permite o ciclo de reflorestamento. No segundo tem os mesmos impactos do plantio de algodão.

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para produção da fibra: 640 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Baixa durabilidade

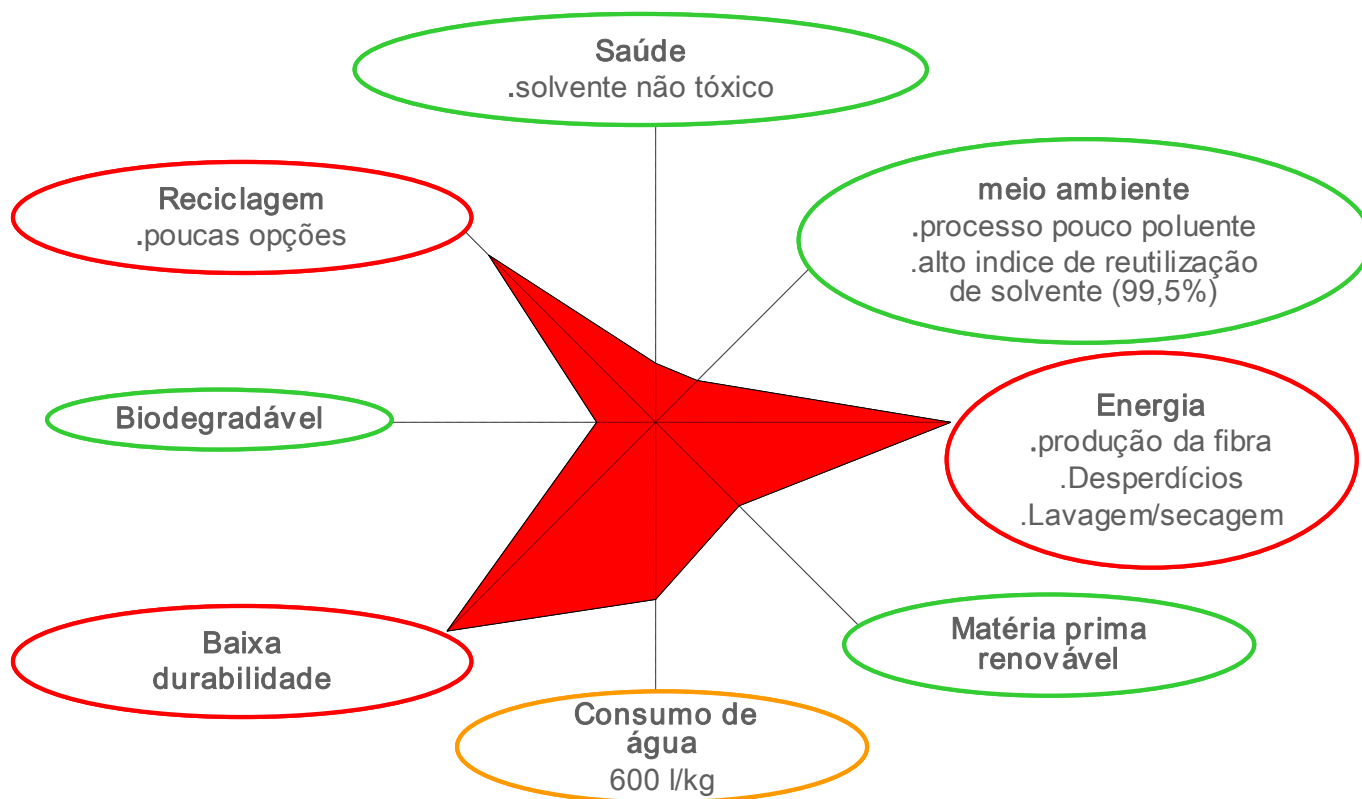
7. Biodegradabilidade

- Biodegradável

8. Reciclagem

- Dificuldade de reciclagem em função do pequeno comprimento das fibras, baixa coesão e baixa resistência

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Liocel / Tencel



POLIAMIDA (NYLON)

1. Saúde

- Nada expressivo relatado na literatura

2. Meio ambiente

- Emissões para a atmosfera de **N₂O – Óxido Nitroso** que atua no efeito estufa
- Emissões para a atmosfera de **NO_x** que atuam na acidificação da atmosfera

3. Consumo de energia

- Apesar do maior consumo de energia para produção da fibra (em comparação com as fibras naturais) isso é compensado ao longo da vida do artigo por: **menor desperdício** na cadeia, possibilidade de **produtos mais leves, maior durabilidade e maior facilidade de manutenção** (lavagem mais fácil, secagem mais rápida e não necessita passagem a ferro)

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Petrobased:** Utiliza como matérias primas básicas petróleo e gás natural, não renováveis. As fibras sintéticas juntamente com os plásticos são responsáveis por 5% do consumo na cadeia petroquímica.

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para produção da fibra: 700 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Alta durabilidade

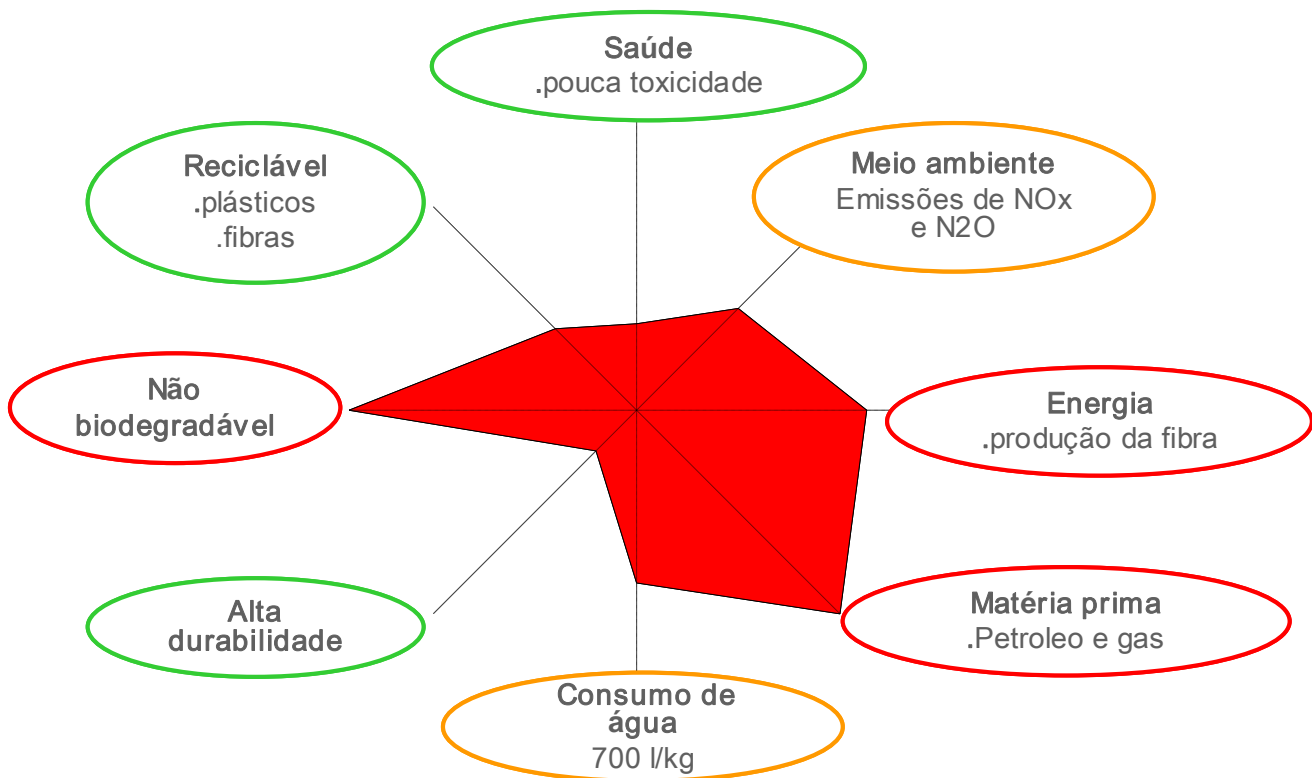
7. Biodegradabilidade

- Não é biodegradável

8. Reciclagem

- Possibilidade de reciclagem para plásticos de engenharia
- Os resíduos da fiação de poliamida são utilizados na produção de fibras e plásticos

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Poliamida (Nylon)



POLIESTER

1. Saúde

- Nada expressivo relatado na literatura

2. Meio ambiente

- Emissões para a atmosfera de **VOC** (compostos orgânicos voláteis)
- Emissões de efluentes contendo **Antimônio**

3. Consumo de energia

- Apesar do maior consumo de energia para produção da fibra (em comparação com as fibras naturais) isso é compensado ao longo da vida do artigo por: **menor desperdício** na cadeia, possibilidade de **produtos mais leves, maior durabilidade e maior facilidade de manutenção** (lavagem mais fácil, secagem mais rápida e não necessita passagem a ferro)

4. Utilização de recursos: matéria prima renovável

- **Petrobased**: Utiliza como matérias primas básicas petróleo e gás natural, não renováveis. As fibras sintéticas juntamente com os plásticos são responsáveis por 5% do consumo na cadeia petroquímica.

5. Utilização de recursos: consumo de água

- Água para produção da fibra: 20 l/kg
- Água para os processos de beneficiamento e acabamento

6. Durabilidade: possibilidade de reuso

- Alta durabilidade

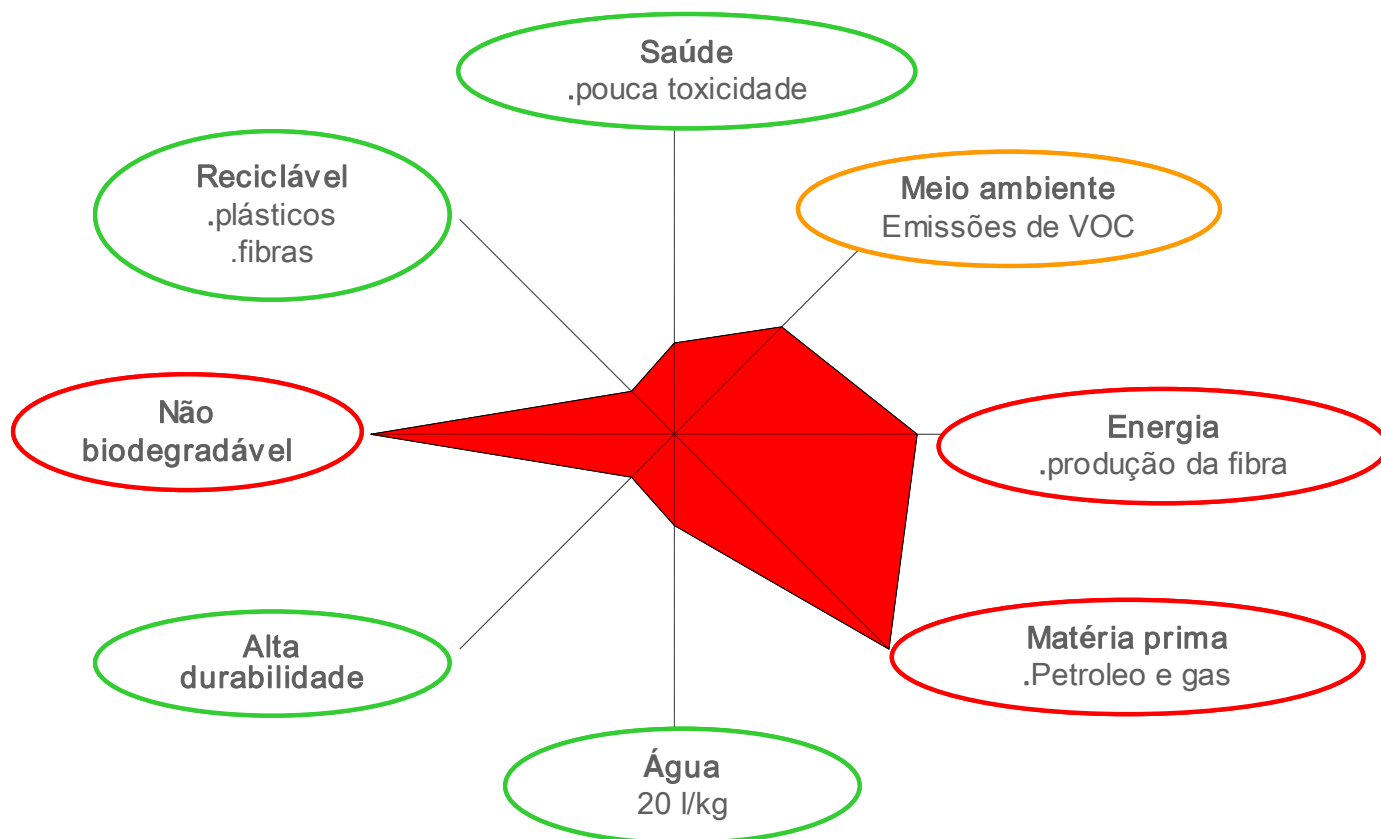
7. Biodegradabilidade

- Não é biodegradável

8. Reciclagem

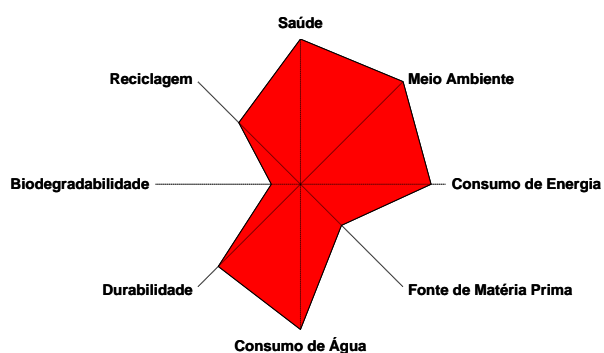
- Possibilidade de reciclagem para plásticos
- Os resíduos da fiação de poliéster são utilizados na produção de fibras e plásticos

9. Resumo Qualitativo de Impacto Ambiental: Poliéster

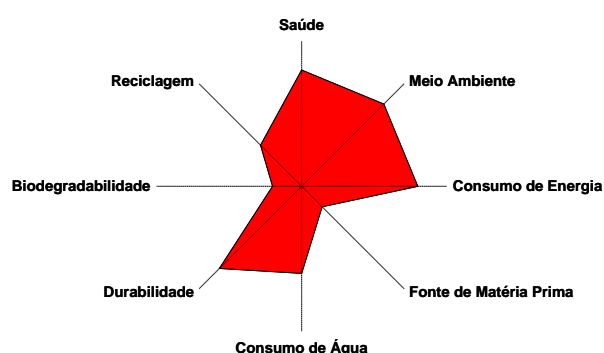


COMPARATIVO QUALITATIVO DAS PRINCIPAS FIBRAS

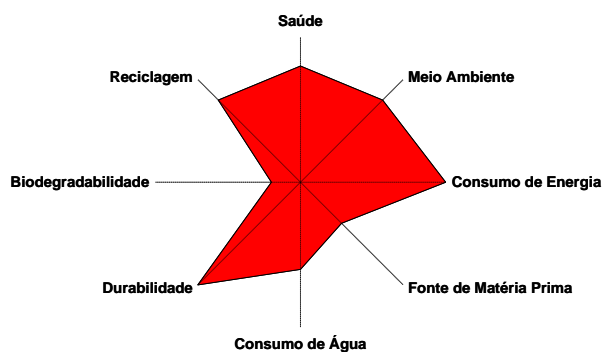
ALGODÃO



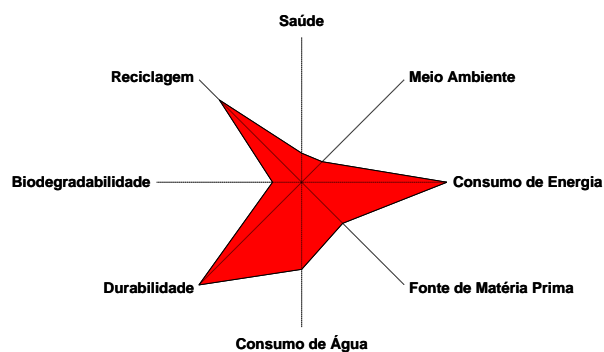
LÃ



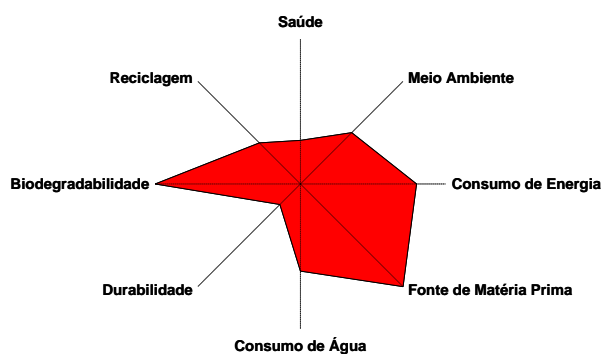
VISCOSE



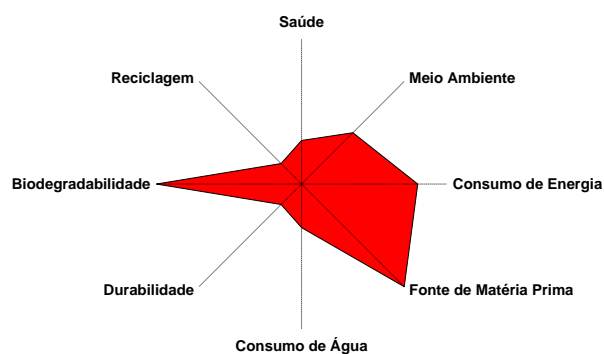
LIOCELL/TENCEL



POLIAMIDA



POLIESTER



Conclusão

Toda atividade humana tem, em maior ou menor escala, seus impactos no meio ambiente e, obviamente, não é diferente com as fibras têxteis.

Cada uma das fibras analisadas tem características e propriedades próprias que definem mercados específicos nas quais são utilizadas e por isso mesmo todas são produzidas e utilizadas. Portanto não se trata aqui de escolher a fibra menos impactante para substituir as demais, nem de abdicar daquelas de maior impacto, mas sim de nos conscientizarmos dos problemas gerados por cada uma delas e buscar soluções que se não os eliminem, pelo menos os minimizem.

No caso das fibras naturais, como Algodão e Lã, o foco principal está na produção de fibras orgânicas, ou seja, sem o uso de pesticidas, herbicidas, desfoliantes ou adubos sintéticos afim de minimizar o que se caracteriza hoje como sendo um dos maiores impactos ambientais de toda a cadeia têxtil. A produção de Algodão orgânico ainda é muito pequena (1 a 2% da produção mundial de algodão), além de ser mais cara, menos produtiva e de menor qualidade pois a plantação acaba ficando sujeita às pragas. No entanto ainda deve evoluir nos próximos anos.

As fibras artificiais, exceção feita ao Lyocel / Tencel, tem seu principal problema nas emissões de CS₂ e H₂S que exigem instalações de sistemas de filtragem caríssimos, como os utilizados em algumas fabricas na Europa e EUA. Como boa parte da produção de Viscose se deslocou para países em desenvolvimento (Índia, China, Leste Europeu e mesmo Brasil) e não há nessas regiões o mesmo nível de regulamentação ambiental, elas continuam sendo potencialmente muito poluentes.

No caso específico da Viscose feita a partir de Bambu, que tem sido muito comentada como sendo uma “fibra ecológica”, seu ganho está basicamente nas melhores características ambientais de cultura do bambu em relação às outras fontes de matéria prima para produção de Viscose (eucalipto e linter de algodão). No mais está sujeita aos mesmos impactos da Viscose comum, principalmente se produzida na Ásia e Leste Europeu.

As fibras sintéticas, das quais destacamos Poliéster e Poliamida, têm contra si principalmente o fato de serem produzidas a partir de petróleo, e portanto, de fonte não renovável. Suas principais emissões poluentes, VOC's no caso do Poliéster e Compostos Nitrosos no caso da Poliamida, vem sendo minimizados através da utilização de sistemas de filtragem.

Outro ponto focal dos sintéticos está no consumo de energia, porém na verdade esse é um problema da cadeia têxtil como um todo. Vários estudos mostram que em comparação com outras fibras, principalmente naturais, se considerarmos toda a vida útil de um produto têxtil até seu descarte final, os sintéticos consomem mais energia na fase inicial da produção da fibra, enquanto as naturais consomem mais na fase de uso e manutenção, o que na soma total acaba sendo favorável ao sintético numa proporção que depende da durabilidade do produto e do tipo de lavagem e secagem utilizado. Dados do Centro de Pesquisas de Energia Elétrica do Grupo Eletrobrás mostram que 11% de toda energia elétrica consumida nas residências no Brasil são utilizados em maquinas de lavar, secadoras e ferro elétrico.

Finalmente, quanto ao gerenciamento do final de vida de produtos têxteis, as principais entidades de pesquisa no mundo são unânimes em colocar a seguinte ordem preferencial de destinação final: Reuso, Reciclagem, Incineração para geração de energia e, em último caso, disposição em aterros sanitários.

De fato, o reuso cumpre uma função social importante considerando a quantidade de pessoas carentes no mundo, notadamente em países pobres e em desenvolvimento, como o próprio Brasil.

A reciclagem vem em segundo lugar pois permite prescindir da quantidade de matéria prima substituída pelo volume reciclado e, conseqüentemente, de seu consumo de recursos e respectivo impacto ambiental.

A incineração em usinas para a produção de energia é a terceira opção, sobretudo para regiões cuja matriz energética é muito dependente de energia térmica, embora sua queima gere CO₂, como de resto toda energia produzida pela queima de combustíveis.

A disposição em aterros para biodegradação aparece como ultima opção, devido à falta de espaço (sobretudo na Europa e Japão), emissões de NH₄ durante o processo de decomposição e principalmente por ser a opção que traz menos benefícios quando comparada com as demais.

Desse forma, ser biodegradável não é, atualmente, uma característica ambiental muito importante para materiais têxteis, ao contrário do que ocorre com outros tipos de produtos como por exemplo embalagens e detergentes.

Referências Bibliográficas

Allwood, J.M., Laursen, S.E., Rodríguez, C.M. and Bocken, M.N.P., Well Dressed? The present and future sustainability of clothing and textiles in the United Kingdom, University of Cambridge Institute for Manufacturing, Cambridge - UK, 2006

Blackmore J. & L. Clark. The Disposal of Sheep Dip Waste – Effects on Water Quality, National Rivers Authority (NRA), R&D Report 11, Bristol. UK, 1994

Blackburn, R. S., Biodegradable and Sustainable fibres, Woodhead Publishing Limited & The Textile Institute, Cambridge, England, 2005

BTTG, *Report 4: Textile Mass Balance and Product Life Cycles*. British Textile Technology Group. Manchester, Leeds, 1999

Brunekreef, B. & Harssema, H., Viscose odors in ambient air: a study of the relationship between the detectability of viscose odors and concentrations of H₂S and CS₂ in ambient air. *Water, air and soil pollution*, 13: 439-446, 1980

Crump, E.L., Beach, R. H, Van Houtven, G.L., Buckley, M.C. and Depro, B.M., Economic Analysis of Air Pollution Regulations: Miscellaneous Cellulose Manufacturing Industry, U.S. Environmental Protection Agency - Office of Air Quality Planning and Standards - Innovative Strategies and Economics Group (ISEG), USA, 2000

Dahlöf, L., LCA Methodology Issues for Textile Products, Technical report no 2004:8, Environmental Systems Analysis - Chalmers University of Technology Göteborg, 2004

Decisão da Comissão das Comunidades Europeias c(2002) 1844, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, 1133/29, Lisboa, 2002

Eco-label Criteria for Textile Products, Phase 2, A Report for the Danish Environmental Protection Agency, 1993, p161

Fonte, R., Edallo, A. and Candura, S.M., Cerebellar Atrophy as a Delayed Manifestation of Chronic Carbon Disulfide Poisoning, *Case Report, Industrial Health*, 41, pg. 43–47, 2003

Franklin Associates Ltd. Resource and Environmental Profile Analysis of a man-made Apparel product (Woman's knit polyester blouse), American Fiber Manufacturers Ass. USA, 1993

Grasser C., Salerno R., Kiefer & Partners AG. The impact of cotton on freshwater resources and ecosystems - A preliminary synthesis, Fact report from WWF, World Wide Fund For Nature, Switzerland, 1999

Haider Riyaz & Armin Reller. Eco-Efficiency of the Cotton Production, Paper from the 3rd International Conference on Organic Textiles, 7 – 9 August, 2002, Düsseldorf, Germany, 2002

Kalliala, E.M. & Nousiainen, P., Life Cycle Assessment: Environmental Profile of Cotton and Polyester-Cotton Fabrics, Autex Research Journal, n°1, 1999

Kooistra, K. & Thormorshuizen, A., The sustainability of cotton - Consequences for man and environment, Science Shop Wageningen UR, Report 223, Wageningen University, 2006

Laursen, S.E., Hansen, J., Knudsen, H.H., Wenzel, H., Larsen, H.F. and Kristensen, F.M., EDIPTEX: Environmental assessment of textiles, Danish Environmental protection agency, Working report n° 24, 2007

Laursen, S.E., Hansen, J., Bagh, J., Jensen, O.E. and Werther, I., Environmental Assessment of Textiles. Life Cycle Screening of Textiles Containing Cotton, Wool, Viscose, Polyester or Acrylic Fibres. Copenhagen: Danish Environmental Protection Agency, Denmark, 1997

SMART© Sustainable Textile - Standard 2.0, MTS - The Institute for Market Transformation Sustainability, 2004

Sustainable product development – Textiles, Centre for Design at RMIT, Melbourne, 2001

Van Winkle, T., Edeleanu, J., Prosser, E.A. and Walker, C.A., Cotton versus Polyester, American Scientist, vol. 66 ,1979

WHO. Carbon disulfide. Environmental Health Criteria 10. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 1979