

**DESIGN DE JEANS PARA SUSTENTABILIDADE: APLICAÇÃO DE
FERRAMENTAS DE REDUÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL PARA ANÁLISE DO
JEANS CO/PET RECICLADO**

**DESIGN OF JEANS FOR SUSTAINABILITY: APPLICATION OF
ENVIRONMENTAL IMPACT REDUCTION TOOLS FOR ANALYSIS OF JEANS
CO/PET RECYCLED**

Luciana dos Santos Duarte¹

Resumo

Este artigo aborda a relevância do jeans para a cultura material, sua origem histórica, além de dados da significativa produção nacional. A portentosa produção de jeans implica, contudo, em um alto impacto ambiental associado à mesma. Neste trabalho, são relacionadas ferramentas de projeto e produção que visam à redução do impacto ambiental, as quais são aplicáveis para o design de jeans para a sustentabilidade. Como estudo de caso, é analisado o jeans CO/PET reciclado por meio de método qualitativo, empregando algumas das ferramentas descritas, com ênfase em requisitos ambientais e econômicos.

Palavras-chave: Design para sustentabilidade, jeans sustentável, jeans CO/PET reciclado, produção de jeans.

¹ Luciana dos Santos Duarte: Professora de disciplinas de Projetos no curso de graduação em Engenharia de Produção da Faculdade Kennedy. Criou a disciplina optativa de "Moda e Sustentabilidade" na graduação de Design de Moda da UFMG e o curso de extensão "Design de Moda para Sustentabilidade" na Escola de Design da UEMG. É Designer de Produto (UEMG) e Mestre em Engenharia de Produção (UFMG), tendo desenvolvido trabalhos interdisciplinares de Moda / Design / Engenharia de Produção. Autora do site <http://modaetica.com.br>
E-mail: santosduarte.luciana@gmail.com

Abstract

This paper discusses the relevance of jeans for material culture, its historical origin, and data from national production. The portentous jeans production implies, however, at a high environmental impact associated with it. In this article, design and production tools that aim to reduce the environmental impact are related, which are applicable to the design of jeans for sustainability. As a case study, we analyze the CO/PET recycled jeans through qualitative method, using some of the tools described, with an emphasis on environmental and economic requirements.

Key words: Design for sustainability, sustainable jeans, CO/PET recycled jeans, manufacture of jeans.

1. Introdução

O setor têxtil é fortemente impulsionado pelas demandas dos setores de moda vestuário, acessórios, calçados, bolsas e artigos de casa, sendo os tecidos mais fortemente evidenciados pelos produtos de moda. A importância dos têxteis para a moda vestuário deve-se a dois principais motivos: primeiro, porque a produção têxtil é praticamente toda voltada para alimentar o mercado interno de confecções (VIANA *et al* 2008); em segundo lugar, porque nenhum produto recebe tanta divulgação, é tão rigorosamente analisado e possui tantas revistas especializadas quanto o de moda (FLETCHER e GROSE, 2011). Os produtos têxteis adquirem valor não só por sua matéria-prima e custos de produção em geral, mas pelo seu grau de novidade e de inovação tecnológica.

No rol dos produtos têxteis mais manejados pelo homem, encontra-se o jeans, material vestido por todos, sem limite de idade, sexo e cultura (CATOIRA, 2006). Sua relevância na cultura material implica, contudo, em uma elevada produção do mesmo em escala global e, por conseguinte, em um alto impacto ambiental associado a este têxtil. Nesse contexto, a indústria têxtil enfrenta uma condição desafiadora no

campo da qualidade e da produtividade. Conforme os parâmetros ecológicos têm se tornado mais rigorosos e altamente competitivos, surgiu uma preocupação da indústria têxtil com relação à necessidade de conjugar a qualidade e a ecologia conjuntamente (BOTA e RATIU, 2008).

Buscando dar respostas sobre possibilidades de jeans mais sustentáveis e de qualidade, algumas ferramentas de projeto de produto e de produção são apresentadas neste trabalho. Uma breve contextualização sobre a origem do jeans e sua significância na economia nacional é apresentada a seguir. Na sequência, é elucidado o impacto ambiental da produção do jeans, mostrando possibilidades de jeans para sustentabilidade, assim como a dinâmica de desgaste de uso e lavagem do *jeanswear*. São relacionadas ferramentas de projeto e produção que visam à redução do impacto ambiental, as quais são aplicáveis para o design de jeans. Como estudo de caso, apresenta-se o jeans de algodão e poliéster reciclados.

2. Origem do jeans

A rigor, o jeans é o resultado da união do tecido denim com o corante índigo. O denim surgiu em 1567, na França, e logo se tornou reconhecido por sua resistência superior aos demais tecidos. Inicialmente, o denim foi usado nas velas de embarcações mercantis e, no século XIX, passou a ser usado no vestuário de marinheiros genoveses e de mineradores americanos (PEZZOLO, 2007). Em 1853, Levi Strauss uniu o tecido denim, de algodão, com o corante índigo, criando o blue jeans. Em 1860, as calças jeans, duráveis e confortáveis, começaram a substituir as de lona, tornando-se traje obrigatório entre os mineradores norte-americanos, sendo em seguida apropriado por cowboys e lenhadores. Em 1877, as calças jeans ganharam rebites nos bolsos, originando o clássico jeans Levi's 501, que logo foi patentado por Levi Strauss.

No início do século XX, o jeans ainda era só um tecido forte usado por homens em local de trabalho rude (CATOIRA, 2006), ou seja, sua durabilidade estava

associada ao uso profissional e não ao de moda. No Brasil, na relação de tecidos produzidos pela Companhia de Fiação e Tecidos Cedro e Cachoeira (empresa privada mais antiga do Brasil), em 1897, não constava jeans ou denim, apenas similares, como brim lona, brim mineiro, brim mineiro xadrez e brim angola (GIROLETTI, 1991).

Enquanto o *boom* do jeans, em todas as classes e idades, se deu na segunda metade do século XX no mundo (LIPOVETSKY, 2009), o jeans somente começou a ganhar massivamente o mercado brasileiro em 1970, tendo uma aceitação natural inicialmente pela juventude (CATOIRA, 2006). Pode-se dizer que, a partir dos anos 1950, a humanidade passou a se vestir de azul índigo com maior frequência. O índigo, considerado o corante mais antigo para tingir tecidos, data de 3.000 a.C. e provinha de plantas do gênero *Indigofera*. Mercadoria de grande valor, o intenso azul somente chegou à Europa mercantil em 1516 (PEZZOLO, 2007), tendo sido obtido sinteticamente em 1880.

O índigo é possivelmente o corante e a cor mais comum da moda, apresentando tonalidades e matizes de azul multiplicados pelos beneficiamentos de lavanderia a que é submetido o vestuário em jeans (*jeanswear*). Em consequência à popularidade do *blue jeans* e ao respectivo apreço pela cor azul, o consumo atual do corante índigo é enorme (MEKSI *et al*, 2012).

3. O jeans no Brasil

A indústria da moda constitui uma das maiores do mundo, cuja movimentação financeira representa mais de um trilhão de dólares, e emprega aproximadamente um bilhão de pessoas (PETRECA *et al*, 2008; ABRAVEST, 2012). No ranking TC internacional, o Brasil ocupa as primeiras posições (TAB. 01). Em 2007, a cadeia TC brasileira representou 5,5% do faturamento total da indústria de transformação nacional e 17,3% do total de empregos gerados. A cadeia engloba cerca de 30 mil indústrias e gera 1,6 milhão de empregos diretos (DA COSTA e DA ROCHA, 2012).

TABELA 01 – Posicionamento mundial do Brasil na cadeia têxtil e confecção.

Adaptado de COBRA, 2007, p. 20 e ABRAVEST, 2012 (dados de 2010).

Posição do Brasil no contexto mundial	Segmento de produtos ou produção
2º	Produção de denim
3º	Produtos de malha
4º	Produtos de vestuário em geral
5º	Número de confecções
6º	Produtos de têxteis
7º	Fios e filamentos
8º	Produção de tecidos

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de denim (tecido que, junto ao corante índigo, compõe o produto têxtil jeans). O setor têxtil no Brasil produz cerca de 25,7 milhões de metros de denim por mês (ABIT, 2011). Os 20 maiores produtores nacionais produzem cerca de 300 milhões de metros por ano. Em 2011, foram exportados cerca de 51,4 milhões de metros de denim (ABIT). Em relação às peças prontas em jeans, o Brasil produziu, em 2010, mais de 320 milhões de peças em *jeanswear*, incluindo jaquetas, camisas, vestidos, calças, bermudas e macacões.

Usado por um terço da humanidade (CATOIRA, 2006), estima-se o consumo mundial do denim, acima de três bilhões de metros lineares por ano, sendo os principais consumidores os Estados Unidos, a Europa e o Japão, representando juntos mais de 65% do consumo mundial (ABIT, 2011). O significativo mercado de jeans implica, entretanto, em uma carga ambiental relacionada à produção e ao consumo do mesmo em função de uma dinâmica de moda já pré-estabelecida, como abordado a seguir.

4. Impacto ambiental da produção de jeans

A centralidade do jeans na cultura material, somada à sua respectiva portentosa produção destinada a suprir demandas mundiais de vestuário, produz um rebatimento em diversas cadeias produtivas, da cotonicultura e petroquímica, passando pelas de maquinário e confecções, até chegar às de reciclagem de resíduos têxteis e poliméricos. Embora não tenham sido encontrados dados quantitativos sobre o impacto ambiental da produção de jeans, é estimado que a indústria têxtil mundial de um modo geral produza dois milhões de toneladas de resíduos anualmente, três milhões de toneladas de CO₂ e 70 milhões de toneladas de águas residuais (RUSU, 2010).

O setor têxtil envolve atividades industriais bastante complexas, com especificidades em relação a parâmetros de controle de qualidade e ambientais muito diversos. Em comum às empresas têxteis, o meio de transporte carreador das substâncias químicas que agregarão valor aos produtos é a água. E esta água, após sua utilização nos processos industriais, pode tornar-se um típico efluente líquido, normalmente de elevado impacto no meio ambiente (LÚCIDO, 2003), como por exemplo, aumentando o pH (BOTA e RATIU, 2008).

É importante destacar que o setor têxtil utiliza entre cerca de 150 litros de água (ABIT, 2005 *apud* UEDA, 2006) a aproximadamente 200 litros de água para produzir um quilo de tecido (RATIU *et al*, 2008). O excessivo uso de água é um problema ambiental agravado pelo grande volume de insumos químicos que ela transporta. São estimados em torno de 2.000 diferentes substâncias químicas usadas na indústria têxtil, como corantes, antiespumantes, água sanitária, detergente, branqueadores ópticos, equalizadores, dentre outros (BOTA e RATIU, 2008). Além da água, das substâncias químicas e da energia, outro parâmetro de impacto ambiental é a poluição do ar, que também varia conforme a complexidade do processo produtivo têxtil. De acordo com RATIU *et al* (2008), a poluição do ar é o tipo de poluição mais difícil para provar, testar e quantificar em uma audição em uma

indústria têxtil.

Com relação às fibras do jeans, sua matéria-prima principal constituinte, dois tipos prevalecem: o algodão e o poliéster. A produção da fibra de poliéster tem como saídas emissões no ar e na água de metais pesados, sais de cobalto e manganês, brometo de sódio, dióxido de titânio, óxido de antimônio e acetaldeído (FLETCHER, 2008; LEE, 2009). Em contrapartida, a maior vantagem das fibras de poliéster é que as mesmas demandam cerca de 80% menos energia para serem recicladas que a energia necessária para fabricar produtos químicos virgens intermediários do petróleo e convertê-los em fibras (FLETCHER e GROSE, 2011).

Quanto às fibras de algodão, elas são provenientes de plantações que ocupam uma área de 3% do globo terrestre e que empregam 40 milhões de pessoas, em péssimas condições de trabalho, de extrema pobreza e insalubridade (LEE, 2009). O algodão representa 16% da liberação de inseticidas no mundo – mais do que qualquer outra colheita, e 10% de todos os pesticidas (LEE, 2009; FLETCHER e GROSE, 2011). Segundo LEONARD (2011), para cada quilo de algodão colhido nos Estados Unidos, os agricultores aplicam trezentos gramas de fertilizantes químicos e pesticidas. Como consequência, o elevado uso de substâncias tóxicas implica na perda de muitas vidas humanas. A Organização Mundial da Saúde (OMS) indica que há cerca de três milhões de envenenamentos por pesticida a cada ano, resultando em 20 mil mortes, na maioria entre os pobres das zonas rurais dos países em desenvolvimento (FLETCHER e GROSE, 2011). No mundo todo, 50% das plantações de algodão são irrigadas artificialmente (FLETCHER e GROSE, 2011). Essa prática, em detrimento do uso de água da chuva e respeito aos ciclos hidrológicos, tem gerado graves consequências para o meio ambiente, como o desperdício de uma grande quantidade do líquido através da evaporação e de vazamentos (LEONARD, 2011).

Tradicionalmente, a calça jeans comum é geralmente feita de 100% algodão convencional (BILISIK e YOLACAN, 2011), não-orgânico. Também são cada vez mais ofertados jeans com fibras de até 3% de elastano, e com diversos percentuais de

fibra de poliéster (PET), ambas derivadas do petróleo. Por conseguinte, o jeans implica em uma alta carga de impacto ambiental associada a sua manufatura, bem como ao seu uso e manutenção.

Em 2006, a Levi's tornou público a ACV de uma calça jeans referente ao icônico modelo 501, masculina, reta, três bolsos frontais e dois bolsos posteriores. O estudo demonstrou que um único exemplar da calça consome: 3.482 litros de água, 400.000 kW de energia, 32 kg de CO₂. Conforme divulgado pela empresa, trata-se do equivalente a manter uma mangueira ligada por 106 minutos, dirigir por 125.502 km e manter ligado um computador por 556 horas (FIGUEIREDO e CAVALCANTE, 2010). Contudo, o mesmo estudo não especifica exatamente quais os processos da produção do jeans e da confecção da calça.

4.1. Possibilidades de jeans com redução de impacto ambiental

Enquanto o jeans convencional tem como principais fibras o algodão não orgânico, o poliéster e o elastano, o jeans com redução de impacto ambiental tem sido compreendido como aquele que apresenta fibras em algodão orgânico; algodão orgânico que já nasce colorido (ou seja, dispensa tingimento); poliéster reciclado; algodão reciclado; sorgo sacarino.

Visando reduzir o impacto ambiental do sistema produtivo tradicional de jeans, algumas mudanças no projeto permitem que sejam produzidos jeans com menores danos ao meio ambiente. Exemplos dos resultados dessas transformações são os jeans: sem tingimento de índigo; com tingimentos alternativos (ex. terra e taninos); com redução de tingimento de índigo (o que implica em um desbote mais rápido do tecido); uso de amaciante à base de manteiga de cupuaçu; desengomagem à base de açúcar; tingimento auxiliado por glicose; alveamento com ozônio (que dispensa uso de água e substâncias químicas normalmente usadas); sem uso de água no processo produtivo; com redução da quantidade de substâncias químicas.

No Brasil, os principais produtores de jeans oferecem ao menos um tipo de

jeans ou denim “ecológico” – adjetivo este que, além de se relacionar com fibras naturais e recicladas, pode indicar também ao menos uma etapa de produção têxtil mais limpa. Contudo, na contramão da oferta crescente, as principais marcas de moda de *jeanswear* nacionais, representativas dos principais desfiles e feiras, não privilegiam esse tipo de jeans em suas coleções, com exceção de uma marca, a qual está presente nos principais shoppings nacionais e é focada no estilo casual, que apresentou jeans CO/PET reciclado na sua coleção de Inverno 2012 no Fashion Rio.

No âmbito internacional, relevantes marcas de vestuário em jeans, como Levi’s, Diesel e Seven lançaram calças que se propõem ecologicamente corretas, valendo-se mais o marketing do argumento da matéria-prima ambientalmente sustentável que do processo produtivo têxtil mais limpo. Algumas marcas de jeans para a sustentabilidade ambiental, a exemplo da inglesa Nudie, valem-se não só do material ecológico e da produção mais limpa, mas também de um conceito de uso, que visa educar o consumidor para práticas mais sustentáveis. Neste exemplo, a empresa sugere ao usuário não lavar sua roupa jeans durante os seis primeiros meses de uso, evitando o desbote do índigo. Para higienizar, a empresa indica que as roupas sejam expostas ao tempo úmido (NUDIE, 2012).

Outras possibilidades ainda de jeans com redução de impacto ambiental implicam em transpor a moda vestuário para a extensão do uso dos têxteis (CHANG *et al*, 1999), destinando-os a mercados/produtos diferentes dos que foram originados. Por exemplo, desde 1992, nos Estados Unidos da América, é produzido um papel de sobras de jeans provindas de cortes nas confecções de *jeanswear*. Além de o processo produtivo requerer menos tratamento químico, as fibras de algodão não se deterioram como as de madeira, podendo o papel de fibras de jeans ser reciclado até oito vezes mais que os papeis a partir da polpa da madeira (CRIGHTON, 1993). Neste caso, comparado com um produto de mesma finalidade (papel) e de material convencional (celulose), o produto reciclado (papel de fibras de jeans) mostra-se de qualidade superior.

Outra reciclagem alternativa para resíduos de jeans é transformá-los em revestimento de casas para comunidades carentes. Desde 2006, a ONG *Cotton from Blue to Green* (em português, Algodão do Azul ao Verde), coleta jeans para essa finalidade. Em média, são necessárias 500 peças de jeans para revestir uma casa média (COTTON FROM BLUE TO GREEN, 2012). O processo produtivo envolve o reprocessamento das fibras de algodão do jeans com beneficiamentos anti-fulgurante e anti-fungo, utilizando poucos produtos químicos.

4.2. Desgaste de uso e lavagem do *jeanswear*

Sabe-se que o jeans, quanto mais gasto e usado se torna, mais é apreciado (FLETCHER, 2008), sendo o seu desgaste desejável pelos consumidores. De fato, o *jeanswear* recebe beneficiamentos de lavanderia que simulam desgastes de uso, como puídos, manchas e desbote. Em contrapartida, o jeans é uma roupa que suja pouco, que pode ser usada nas circunstâncias mais variadas, que não exige uso constante de ferro nem limpeza meticulosa, que suporta o desgaste, o desbotado, o rasgado (LIPOVETSKY, 2009).

A fricção na superfície do tecido aumenta com as lavagens sucessivas (VIVEKANADAN *et al*, 2011) e com o uso constante, o que tem como resultados: diminuição da rugosidade do tecido, estiramento do tecido e desbote da cor. Em tese, tais resultados são inevitáveis uma vez que o *jeanswear* é destinado ao uso diário, e não para situações especiais e esporádicas.

A cor é um dos aspectos mais vitais e visualmente estimulantes da moda (FLETCHER e GROSE, 2011; COBRA, 2007) e, não obstante, o azul escuro trata-se de uma cor com qualidades próximas a do preto, como ser elegante e adequada para todas as horas, idades e ocasiões (DIOR, 2009). Diferentemente de outros tipos de tingimento, o tingimento com índigo não tem muita afinidade com o algodão, caracterizando-se por ser superficial, isto é, ele não preenche todo o fio, formando uma espécie de anel azul em torno de um núcleo branco. Assim, a solidez do índigo

no tecido é mais baixa ao atrito, ou seja, ao sofrer abrasão, o tecido perde sua camada superficial de fibras e, com isso perde sua cor, caracterizando o efeito de desbote do jeans.

Pode-se dizer que o desgaste do *jeanswear* é positivo para que o mesmo seja apreciado pelos usuários, sendo o uso e as lavagens intensivas desejáveis, não fosse pela questão do impacto ambiental gerado na manutenção do vestuário. De acordo com HU (2012), pouco tem sido estudado sobre inovações em design na fase de uso das roupas, esta considerada uma área sub explorada na moda sustentável. Assim, ferramentas de design para sustentabilidade e de produção mais limpa, no âmbito da abordagem do processo de desenvolvimento de produtos, são oportunas para pensar o projeto de jeans mais sustentáveis.

5. Processo de desenvolvimento de produto para sustentabilidade

Pode-se dizer que a sustentabilidade – considerando suas cinco dimensões propostas por SACHS (1993), social, econômica, ecológica, espacial e cultural – é possivelmente a maior crítica que a cadeia têxtil e de confecções (TC) já enfrentou, pois desafia a moda em seus detalhes (fibras e processos) e também com relação ao todo (modelos econômicos, metas, regras, sistemas de crenças e valores) (FLETCHER e GROSE, 2011).

De acordo com CHATTOPADHYAY (2008), no que concerne à área de design têxtil, não existem metodologias formais para o desenvolvimento de produtos têxteis. Todavia o desenvolvimento de novas fibras, acabamentos, técnicas de manufatura e um entendimento da relação entre as propriedades das fibras e o desempenho funcional estão abrindo novas oportunidades de desenvolver e produzir produtos adequados a vários requisitos.

No que diz respeito aos requisitos ambientais, a necessidade de medir o desempenho ambiental dos produtos levou ao desenvolvimento de várias metodologias, de ferramentas simples, como indicadores genéricos focados em

problemas ambientais específicos, aos mais completos métodos que consideram uma vasta gama de categorias ambientais por todo o ciclo de vida do produto (BOVEA e PÉREZ-BELIS, 2012).

De acordo com BOVEA e PÉREZ-BELIS (2012), os métodos quantitativos requerem um grande volume de informações sobre o produto antes de ele ser projetado e têm uma tendência a entrar no processo de design em uma fase bastante tardia, quando apenas pequenas mudanças podem ser feitas. Conforme KNIGHT e JENKINS (2009), tais técnicas não são amplamente adotadas pelas empresas justamente por não serem genéricas e imediatamente aplicáveis. Assim, os métodos qualitativos ou semi-qualitativos, são preferíveis porque são rápidos, bastante fáceis de usar e oferecem vantagens em situações em que as propriedades ambientais dos produtos são óbvias (BOVEA e PÉREZ-BELIS, 2012). Como exemplo de método qualitativo, BOVEA e PÉREZ-BELIS (2012) apresentam uma lista de conferência para introdução de novos produtos com atributos ambientais (QUADRO 01).

QUADRO 01 – Lista de conferência para Introdução de Novo Produto.

Adaptado de PÉREZ-BELIS, 2012, p. 554.

Fase do ciclo de vida	Considerando...	Sim / Não / N.A.*	Comentários / evidências de cumprimento / razões para não-cumprimento
Projeto do sistema	Simplicidade		
	Redução na fonte		
Aquisição	Substâncias perigosas evitadas?		
Manufatura e distribuição	Projetado para manufatura?		
	Projetado para o mínimo de energia usada?		
	Projetado para minimização da poluição?		
	Embalagem: projetado para reuso?		
	Projetado para minimização do desperdício?		
	Projetado o mínimo uso de substâncias perigosas?		
Uso	Projetado para o mínimo de energia usada?		
	Projetado para minimização do uso de consumíveis?		
	Projetado para minimização da poluição?		
	Projetado para minimização do desperdício?		

	Projetado para o mínimo uso de substâncias perigosas?		
	Projetado para receber melhorias?		
Fim de vida	Projetado para recuperação de materiais?		
	Projetado para recuperação de componentes?		
	Projetado para desmontagem?		
	Projetado para recuperação?		
	Projetado para separabilidade?		
	Projetado para recuperação de resíduos e reuso?		
N.A: Nenhuma Alternativa ou Sem Resposta			

De acordo com SOUZA (1998), as melhorias em termos ambientais surgiram somente a partir dos anos 1960 com as primeiras preocupações com os impactos do processamento de produtos têxteis sobre o ambiente. Assim, deu-se o início de produtos têxteis com menor impacto ambiental, caracterizando-se por: redução de consumo de energia, água e insumos químicos; uso de fibras recicladas como insumo de novas no processo produtivo; e com a redução de emissão de resíduos e poluição no meio ambiente (LEÃO *et al*, 2002; ABREU *et al*, 2008).

Para que as melhorias ambientais dos produtos têxteis sejam possíveis, é necessário estabelecer critérios ecológicos na atividade de projeto. As considerações sobre redução do impacto ambiental no momento em que se projeta um produto têm sido recorrentes desde a década de 1990 (SLACK *et al*, 1997; CLARCK *et al*, 2009). Cabe ao projetista questionar as soluções de projeto visando à sustentabilidade ambiental, bem como levar em conta princípios gerais de boas práticas para a sustentabilidade (QUADRO 02), contemplando uma visão abrangente sobre todo o processo produtivo.

QUADRO 02 – Princípios gerais de boas práticas para a sustentabilidade.

Adaptado de FLETCHER e GROSE, 2011, p. 34.

Objetivo	Ação
Usar recursos naturais com critério	Minimizar o número de etapas de processamento
Reduzir o risco de poluição	Minimizar a quantidade e a toxicidade das substâncias químicas usadas e eliminar processos nocivos
Minimizar o consumo de energia	Combinar processos que demandem baixa temperatura
Minimizar o consumo de água	Eliminar os processos que consomem muita água
Reduzir o volume em aterros sanitários	Minimizar a geração de resíduos em todas as etapas

MAGNAGO *et al* (2012) propõem uma classificação para quinze abordagens selecionadas a partir dos referenciais teóricos ligados à sustentabilidade e ao Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). São elas: Desenvolvimento Sustentável, Balanço de Massa, Ecologia Industrial, Ecoeficiência, Capitalismo Natural, Emissão Zero (ZERI), Berço ao Berço, Cadeia de Suprimentos Verde, Análise do Ciclo de Vida (ACV), Ecodesign, Logística Reversa, Produção Mais Limpa, *Design for Environment (DfE)*, *QFD for Environment* e Emergia. Inicialmente, as abordagens eram focadas em um assunto apenas (ex. balanço de massa, em 1969); com o passar do tempo, as abordagens foram se tornando mais abrangentes (ex. "emergia", em 1996), conforme QUADRO 03.

QUADRO 03 – Classificação das abordagens ligadas à sustentabilidade e PDP.

Adaptado de: MAGNAGO *et al* (2012), p. 369.

Abordagens	Descrição	Autor / organização	Ano
Balanço de massa	É a avaliação quantitativa das entradas e saídas de materiais e energia no nível dos processos produtivos individuais	Ayres e Kneese	1969
Análise do Ciclo de Vida	É a avaliação de cada um dos efeitos ambientais gerados ao longo da vida de um produto (do berço ao túmulo).	SETAC UNEP	1969
Ecodesign	É um processo de gerenciamento de projeto que minimiza os impactos ambientais negativos, otimizando a performance.	Victor Papanek	1971
Logística reversa	São práticas de gerenciamento de logística (incluindo a distribuição reversa) e atividades envolvidas na redução, gerência e disposição de resíduos.	Setor privado (Inglaterra/ EUA)	1975

Ecologia industrial	É uma proposta de visão sistêmica, considerando o sistema industrial como parte do sistema natural.	Frosch e Gallopoulos	1989
Produção Mais Limpa	É a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência global e reduzir os riscos para o homem e o ambiente.	UNEP CNTL	1989
Design for Environment – DfE	Consideração sistemática, no desenvolvimento de um produto, de aspectos projetuais relacionados ao ambiente, com a saúde e segurança do ser humano, durante todo o ciclo de vida do produto.	B. R. Allenby, Joseph Fiksel	1992
Ecoeficiência	Disponibilização de bens e serviços de reduzido impacto ecológico ao longo do ciclo de vida.	WBCSD	1992
Emissão Zero – ZERI	Representa o entendimento de que todo e qualquer resíduo de um processo deverá constituir-se em insumo de um outro processo, num encadeamento capaz de agregar valor em todas as etapas e trocas.	Gunter Pauli	1994
Berço ao berço	Trata do projeto de produtos e dos respectivos processos produtivos de modo que todas as partes possam ser totalmente reutilizadas em novos processos produtivos.	McDonough e Braungart	1995
Energia	É a energia que a biosfera investe para produzir seus bens e serviços (incluindo os bens e serviços da sociedade). Constitui-se de um índice de contabilidade sócio ambiental.	Howard T. Odum	1996
Cadeia de suprimentos verde	É quando a empresa adquire insumos de forma que possa melhorar seu desempenho ambiental. Cooperação entre as organizações para minimizar os impactos do fluxo de materiais.	EPA	2000
QfD for Environment	É a incorporação de aspectos ambientais no QFD sem perder as características de qualidade, lucratividade, competitividade.	JEMAI	2001

Os conhecimentos em Design para Sustentabilidade (*DfS*) são imprescindíveis para o design de produtos têxteis ambientalmente sustentáveis. O Design para Sustentabilidade trata-se de uma metodologia de ecodesign (CLARCK *et al*, 2009; SAMPAIO *et al*, 2007), que utiliza ferramentas de design, conhecimentos de sustentabilidade e enfoca a inovação de produtos. A saber, o ecodesign envolve a concepção e desenvolvimento de produtos de tal modo que os critérios ambientais recebem valores iguais a outros critérios (GROENE e HERMAS, 1998; MANZINI e VEZZOLI, 2005; MCDONOUGH *et al*, 2003; PAPANEK, 1995; BOVEA e PÉREZ-BELIS, 2012; KAEBERNICK *et al*, 2003), como critérios estéticos (ex. formas, cores), de funcionalidade, econômicos (ex. preço de material, preço final do produto) e de produtividade. Em seu sentido mais amplo, o termo Design para Sustentabilidade

pode ser definido como uma prática de design, educação e pesquisa que contribui para o desenvolvimento sustentável (VEZZOLI, 2010). KAZAZIAN (2005) ressalta que, fundamentalmente, o produto ecológico não existe. O que compete ao projetista é conceber um produto para que este se integre da melhor forma possível ao meio ambiente. Assim, tornam-se necessárias ferramentas para auxiliar a tomada de decisões de requisitos ambientais no produto.

A ferramenta Análise do Ciclo de Vida (ACV) tem sido cada vez mais recorrente, pois permite auxiliar a tomada de decisões em projetos, contemplando critérios de sustentabilidade do berço ao túmulo de produtos e serviços. MANZINI e VEZZOLI (2005) consideram as seguintes fases para se analisar um produto: pré-produção, produção, distribuição, uso e manutenção. Durante todas essas fases há *inputs*, isto é, há entradas de materiais e energias no ciclo, e há saídas (*outputs*) de resíduos e emissões de resíduos no ar, água e terra do ciclo do produto para a biosfera/geosfera.

De acordo com MAGNAGO *et al* (2012), a ACV foi a abordagem com mais referências cruzadas dentre as abordagens ligadas à sustentabilidade e PDP, sendo a mais citada dentro da literatura em questão. Embora a relevância e popularidade da ACV, KNIGHT e JENKINS (2009) argumentam que a complexidade deste método quantitativo faz com que o mesmo seja preterido em função de métodos qualitativos mais facilmente aplicáveis, como simples listas de conferência de requisitos ambientais.

Conforme HEISKANEM (2002), o interesse na ACV também se deve ao fato desta ferramenta ser usada por companhias para se defenderem contra os requisitos ambientais, demonstrando que os problemas são mais complexos do que inicialmente se acreditava. Dessa forma, as companhias estendem a responsabilidade pelo impacto ambiental dos produtos para o usuário dos mesmos, alegando que os impactos da fase de uso/consumo/manutenção são tão ou mais graves que a fase de produção. HU (2012) e FLETCHER (2008) apontam que o estudo mais reportado por

empresas e pela literatura semelhante é o do ciclo de vida de uma blusa de poliéster, realizado por SMITH e BARKER (1995) para a Associação Americana dos Produtores de Fibras (AFMA). A ACV demonstrou que 82% das necessidades totais de energia estão relacionados com o uso e manutenção da blusa pelo consumidor, sendo a maior parte desta energia consumida na operação de lavanderia em casa.

Outra ferramenta relevante é a Produção Mais Limpa (P+L), isto é, a aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada e preventiva para processos e produtos (MEDEIROS *et al*, 2007), facilitando uma resposta contínua às novas situações a que a empresa se expõe (SELIG *et al*, 2008) e minimizando o impacto ambiental da produção após os produtos terem sido feitos, ou seja, no fim-do-tubo (*end-of-pipe*). A P+L tem como finalidade aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, pela não geração, pela minimização ou pela reciclagem de resíduos, com benefícios ambientais, econômicos e de saúde ocupacional (MOURA, 2005).

Semelhantemente às boas práticas de P+L têxtil, COMAN *et al* (2011) apontam como ferramenta também relevante a ecoeficiência de têxteis a qual pode incluir os seguintes aspectos:

- Redução da quantidade de materiais dos produtos têxteis;
- Redução da dispersão de materiais tóxicos;
- Redução da quantidade de energia, aprimorando a reciclagem de materiais;
- Extensão do tempo de vida útil dos produtos têxteis;
- Uso sustentável de recursos renováveis;
- Aumento de serviços para os produtos.

Outras ferramentas aplicáveis ainda na fase de projeto são as propostas de boas práticas para produção visando à redução do impacto ambiental na indústria têxtil (MARTINS, 1997; FLETCHER e GROSE, 2011; COMAN *et al*, 2011). De acordo com MARTINS (1997), a redução da poluição na indústria têxtil pode ocorrer por meio dos seguintes vetores de boas práticas: a) controle do uso da água e

consequentemente a redução do volume dos despejos; b) modificações nos processos produtivos; c) redução de produtos químicos e matérias-primas. Além da redução na fonte, LEÃO *et al* (2002) destacam outros dois fatores para que a minimização dos poluentes seja efetuada na indústria têxtil: reciclagem e reuso e tratamento.

Todos esses vetores para a ecoeficiência da produção têxtil convergem para a produção de tecidos mais ecológicos, denominadamente "ecotêxteis". De acordo com BOTA e RATIU (2008), as principais características dos ecotêxteis são: uso somente de fibras que cresceram sem nenhuma pesticida, herbicida ou fertilizantes que sejam tóxicos; boa qualidade; longa durabilidade; produção com menos insumos prejudiciais; e tratamento de água na produção. Do conjunto dos ecotêxteis, o jeans de fibras CO/PET recicladas é tomado como fio condutor para os estudos deste trabalho a seguir.

6. Jeans CO/PET reciclado

O denominado jeans CO/PET reciclado é composto a partir de 80% fibras de algodão (CO) reciclado e de 20% de fibras de poliéster (PET) reciclado. Essas fibras são misturadas, constituindo um único filamento de material composto, do tipo blenda, usada tanto no sentido da trama quanto do urdume.

De acordo com o fabricante do jeans CO/PET reciclado, localizado no interior do Estado de São Paulo, o único beneficiamento que o tecido recebe é um pré-encolhimento na sanforizadeira. Um ponto fundamental deste processo, além da redução de etapas produtivas, é o fato de não utilizar água na produção do tecido, cujas fibras recicladas que o compõe provêm de resíduos têxteis de pós-uso (ex. roupas) e de confecções (ex. retalhos e aparas). O fabricante informou processos e maquinários usados na produção, mas de forma aleatória, pois compreende a produção como sigilosa. As informações foram organizadas, delineando o processo

produtivo do jeans reciclado, com base na ordem do fluxo convencional de produção de têxteis (QUADRO 04).

QUADRO 04 – Processo produtivo do jeans com redução de impacto ambiental.

Fonte: autora.

Materiais	Processos de manufatura
Fibra	1. Coleta de tecidos de algodão
	2. Tingimento de tecidos de algodão
	3. Coleta de garrafas PET
	4. Higienização de ambos os materiais
	5. Desfibradeiras
Fio	6. Misturadores
	7. Fiação: cordas, passadores, filatórios, urdideiras
Tecido	8. Tecelagem
	9. Prensa
	10. <i>Super clean</i>
	11. Sanforizadeira
	12. Revisão

Ressalva-se, contudo, no QUADRO 04, que os maquinários “prensa” e “*super clean*”, atribuídos à manufatura do tecido, podem apresentar ordem diversa. Infere-se que os tecidos sejam submetidos a calandras (prensas cilíndricas), responsáveis por tornar o acabamento de superfície mais uniforme e acetinado. Seguidamente, são higienizados e submetidos à sanforizadeira. Também é possível que outros processos e/ou maquinários sejam usados, mas não tenham sido informados, a exemplo do tingimento.

Embora, de acordo com o fabricante, a manufatura do tecido e dos fios não requeira água, o mesmo não se pode afirmar sobre a manufatura das fibras adquiridas pela empresa. Ao ser confrontado sobre a possibilidade dos tecidos coletados serem tingidos antes de serem desfibrados, isto é, antes de serem reciclados em novas fibras, o fabricante não se pronunciou. No entanto, o tingimento das fibras é plausível para que seja garantida a qualidade e o volume referentes à cartela de cores padronizadas dos jeans comercializados regularmente pela empresa. Além disso, ao serem submetidos a lavagens sucessivas, as águas residuais dos jeans CO/PET reciclado apresentaram forte tonalidade de azul escuro.

Como forma de avaliar qualitativamente o jeans reciclado, foi aplicada a lista

de conferência para Introdução de Novo Produto, proposta por PÉREZ-BELIS (2012), conforme QUADRO 05.

QUADRO 05 – Lista de conferência para o jeans CO/PET reciclado. Fonte: autora. Adaptado de PÉREZ-BELIS, 2012, p. 554.

Fase do ciclo de vida	Considerando...	Sim / Não / N.A.*	Comentários / evidências de cumprimento / razões para não-cumprimento
Projeto do sistema	Simplicidade	Sim	Há redução do número de etapas de processamento.
	Redução na fonte	Sim	
Aquisição	Substâncias perigosas evitadas?	Sim	Pesticidas, herbicidas, fertilizantes, gases derivados do petróleo
Manufatura e distribuição	Projetado para manufatura?	Sim	
	Projetado para o mínimo de energia usada?	Sim	

Manufatura e distribuição	Projetado para minimização da poluição?	Sim	
	Embalagem: projetado para reuso?	N.A.	A pilotagem dos jeans vem embalada em saco plástico convencional.
	Projetado para minimização do desperdício?	Sim	
	Projetado com o mínimo uso de substâncias perigosas?	Sim	
Uso	Projetado para o mínimo de energia usada?	Não	O jeans reciclado é submetido pelo usuário final aos mesmos processos de um jeans convencional, de lavagem e passadoria.
	Projetado para minimização do uso de consumíveis?	Sim	O jeans reciclado insere-se na dinâmica da moda fundamentada pelo paradigma do Novo.
	Projetado para minimização da poluição?	Não	
	Projetado para minimização do desperdício?	Não	
	Projetado para o mínimo uso de substâncias perigosas?	Não	
	Projetado para receber melhorias?	N.A.	
Fim de vida	Projetado para recuperação de materiais?	Não	Os fios são uma blenda, ou seja, criou-se um novo material composto.
	Projetado para recuperação de componentes?	Não	
	Projetado para desmontagem?	Não	
	Projetado para recuperação?	Não	
	Projetado para separabilidade?	Não	
	Projetado para recuperação de resíduos e reuso?	Não	
N.A: Nenhuma Alternativa ou Sem Resposta			

Baseando-se em princípios de boas práticas para a produção têxtil mais limpa, foi observado que, em relação a um processo convencional, o jeans reciclado apresenta:

- Redução do número de etapas de processamento
- Redução do consumo de energia
- Redução do consumo de água na manufatura do fio e do tecido
- Redução do consumo de produtos químicos
- Redução do consumo de matérias-primas virgens
- Reciclagem/reuso de matérias-primas no produto
- Redução do volume em aterros sanitários

A principal vantagem do jeans reciclado, com relação ao convencional, está no fato de excluir de seu impacto os altos valores do impacto ambiental das plantações de algodão, dado o jeans reciclado não consome nenhum percentual de pesticidas e fertilizantes. Em contrapartida, um último ponto a ser observado sobre o jeans CO/PET reciclado diz respeito ao quesito social, em que o trabalho do catador de lixo é fundamental para a coleta e triagem dos materiais usados na produção. Embora este seja um trabalho comum no Brasil, o mesmo não soma ao desenvolvimento pessoal e profissional de um ser humano, sendo uma desvantagem do jeans analisado.

7. Considerações finais

Este trabalho apresentou uma introdução à história do jeans no âmbito internacional e nacional. Também buscou esclarecer sobre como compreender o impacto ambiental dos jeans, nos níveis de produção, uso e manutenção.

Foram apresentadas abordagens de sustentabilidade ligadas ao Processo de Desenvolvimento de Produtos. Na sequência, foram relacionadas ferramentas de projeto e produção que visam à redução do impacto ambiental, como Análise do Ciclo

de Vida, Produção Mais Limpa, a ecoeficiência de têxteis e lista de conferência para Introdução de Novo Produto. Dessas, as ferramentas "lista de conferência para Introdução de Novo Produto" e "ecoeficiência de têxteis" foram aplicadas para avaliar qualitativamente o jeans CO/PET reciclado, o qual teve ainda seu processo produtivo delineado, de modo a ser melhor compreendido. O jeans CO/PET mostrou-se como uma alternativa viável para os jeans convencionais.

As ferramentas utilizadas mostraram-se úteis para o projeto de jeans para sustentabilidade. Dado o fato das ferramentas abordadas terem como foco os requisitos ambiental e econômico da abordagem de sustentabilidade, é oportuno pensar o design de jeans considerando os requisitos social, cultural, espacial e ainda as fases de uso, manutenção e descarte do vestuário de jeans.

8. Referências

ABIT. *Produção de jeans e denim*. Disponível em: <
http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id_menu=8&id_sub=25&idioma=PT >
Acesso em: 26 mai. 2012.

_____. *Dados de denim e calça jeans*. Disponível em: <
http://www.abit.org.br/site/navegacao.asp?id_menu=8&id_sub=25&idioma=PT >
Acesso em: 26 mai. 2012.

ABRAVEST. *Dados do mercado interno*. Disponível em:
<<http://www.abravest.org.br/?p=show&cat>> Acesso: em 26 mai. 2012.

ABREU, M. C. S. *et al. Perfis estratégicos de conduta social e ambiental: estudos na indústria têxtil nordestina*. São Carlos: Revista Gestão & Produção, v. 15, n. 1, jan./abr. 2008, p. 159-172.

BILISIK, K., YOLACAN, G. *Tensile and tearing properties of newly developed*

structural denim fabrics after abrasion. *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, v. 19, n. 5(88), 2011, p. 54-59.

BOVEA, M. D., PÉREZ-BELIS, V. *A taxonomy of ecodesign tools for intergrating environmental requirements into the product design process*. *Journal of Cleaner Production*, v. 20, 2012, p. 61-71.

BOTA, S., RATIU, M. *Eco-textiles*. In *Annals of The International Scientific Symposium Innovative Solutions for Sustainable Development of Textiles Industry*. Romania: Faculty of Textiles and Leatherwork, University of Oradea, 2008, p. 424-427.

CATOIRA, L. *Jeans, a roupa que transcende a moda*. Aparecida-SP: Idéias & Letras, 2006, 131 p.

CHANG, Y., CHEN, H., FRANCIS, S. *Market applications for recycled postconsumer fibers*. *Family and Consumer Sciences Research Journal*, v. 27, n. 3, 1999, p. 320-340.

CHATTOPADHYAY, R. *Design of apparel fabrics: role of fibre, yarn and fabric parameters on its functional attributes*. *Journal of Textile Engineering*, v. 54, n. 6, 2008, p. 19-190.

CLARCK, G.; KOSORIS, J.; HONG, L.; CRUL, M. *Design for sustainability: current trends in sustainable product design and development*. Paris: Sustainability, ano 1, 2009, p. 409-424.

COBRA, M. *Marketing & moda*. São Paulo: Editora Senac São Paulo; Cobra Editora e marketing, 2007, 263 p.

COMAN, D., VRÎNCEANU, N., NEAGU, I. *Eco-efficiency in the textile manufacturing activity by apposition environmental management*. Annals of the University of Oradea Fascicle of Textiles – Leatherwork, v. 7, n. 1, 2011, p. 62-65.

COTTON FROM BLUE TO GREEN. Disponível em <<http://www.cottonfrombluetogreen.org>> Acesso em: 24 mai. 2012.

COSTA, S.; BERMAN, D.; HABIB, R. L. *150 Anos da Indústria Têxtil Brasileira*. Rio de Janeiro: Senai-Cetiqt/Texto&Arte, 2000, 185 p.

CRIGHTON, K. N. *Unbleached denim finds new life in "blue jean" paper products*. Tappi Journal, v. 76, n. 12, 1993, p. 41-42.

DA COSTA, A. C. R., DA ROCHA, E. R. P. *Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecções e a questão da inovação*. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/Set2905.pdf> Acesso em: 22 mar. 2012.

DIOR, C. *O pequeno dicionário de moda*. São Paulo: Martins, 2009, 136 p.

FIGUEIREDO, G. C., CAVALCANTE, A. L. B. L. *Calça jeans – produtividade e possibilidades sustentáveis*. Revista Projética, v. 1, n. 1, dez. 2010, p. 128-145.

FLETCHER, K. *Sustainable fashion and textiles: design journeys*. Londres e Washington DC: Earthscan, 2008, 239 p.

_____, GROSE, L. *Moda & sustentabilidade: design para mudança*. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011, 192 p.

GIROLETTI, D. *Fábrica convento disciplina*. Belo Horizonte: Imprensa Oficial, 1991, 274 p.

GROENE, A.; HERMAS, M. *Economic and other implications of integrated chain management: a case study*. Journal of Cleaner Production, v. 6, 1998, p. 199-211.

HEISKANEM, E. *The institutional logic of life cycle thinking*. Journal of Cleaner Production, v. 10, n. 5, 2002, p. 427-437.

HU, Y. *A study of the sustainable fashion design in the process of use*. International Journal of Arts and Commerce, v. 1, n. 4, 2012, p. 54-59.

KAEBERNICK, H., KARA, S., SUN, M. *Sustainable product development and manufacturing by considering environmental requirements*. Robotics and Computer Integrated Manufacturing Journal, v. 19, 2003, p. 461-468.

KAZAZIAN, T. *Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Editora SENAC, 2005, 194 p.

KNIGHT, P., JENKINS, J. *Adopting and applying eco-design techniques: a practitioners perspective*. Journal of Cleaner Production, v. 17, 2009, p. 549-558.

LEÃO, M. D. *et al. Controle ambiental na indústria têxtil: acabamento de malhas*. Belo Horizonte: Projeto Minas Ambiente, 2002, 356 p.

LEE, M. *Eco chic: o guia de moda ética para a consumidora consciente*. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009, 224 p.

LEONARD, A. *A história das coisas: da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos*. Rio de Janeiro: Zahar, 2011, 302 p.

LIPOVETSKY, G. *O império do efêmero*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009, 352 p.

LÚCIDO, G. L. A. *A educação ambiental na área têxtil*. São Paulo: Revista Associação Brasileira de Técnicos Têxteis, v. 4, 2003, p. 18-19.

MAGNAGO, P. F.; DE AGUIAR, J. P.; DE PAULA, I. C. *Sustentabilidade em desenvolvimento de produtos: uma proposta para a classificação de abordagens*. Florianópolis: Revista Produção Online, v. 12, n. 2, 2012, p. 351-376.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *O desenvolvimento de produtos sustentáveis*. São Paulo: EdUSP, 2005, 368 p.

MARTINS, G. B. H. *Práticas limpas aplicadas às indústrias têxteis de Santa Catarina*. Dissertação de mestrado em Engenharia de Produção, UFSC, 1997. Disponível em: < <http://www.eps.ufsc.br/disserta97/geruza/index.html> > Acesso em: 12 out. 2012.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M.; ANASTA, P.; ZIMMERMAN, J. *Applying the principles of green engineering to cradle-to-cradle*. Nova York: American Chemical Society, 2003, p. 434-441.

MEDEIROS, D. D. *et al. Aplicação da produção mais limpa em uma empresa como ferramenta de melhoria contínua*. Produção, v. 17, n. 1, jan./abr. 2007, p. 109-128.

MEKSI, N.; TICHA, M. B.; KECHIDA, M.; MHENNI, M. F. *Using of eco-friendly α -hydroxycarbonyls as reducing agents to replace sodium dithionite in indigo dyeing process*. Journal of Cleaner Production, v. 24, 2012, p. 149-158.

MOURA, T. N. *et al.* *A intervenção da produção mais limpa nas indústrias têxteis do município de Jardim de Piranhas.* 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, Campo Grande, 2005, 12 p.

NUDIE JEANS. *Wearing and washing your dry denims.* Disponível em: <<http://www.nudiejeans.com/dry-denim-br-wearing-and-washing/>> Acesso em: 27 mai. 2012.

PAPANÉK, V. *The Green imperative – ecology and ethics in design and architecture.* Londres: Thames and Hudson, 1995, 256 p.

PETRECA, B. B.; LUIZ, D. M.; ARDUIN, R. H. *O refugio da moda: um ensaio sobre a saturação do consumo na capital paulista.* Trabalho de Conclusão de Curso. Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008, 101 p.

PEZZOLO, D. B. *Tecidos: história, tramas, tipos e usos.* São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2007, 324 p.

RATIU, M., BOTA, S. R., SUTEU, C. *Impact of the textile industry on human and environmental health.* In *Annals of The International Scientific Symposium Innovative Solutions for Sustainable Development of Textiles Industry.* Romania: Faculty of Textiles and Leatherwork, University of Oradea, 2008, p. 412-417.

RUSU, L. *Environment protection and the 21st century fibers.* *Annals of the University of Oradea Fascicle of Textiles – Leatherwork*, v. 1, n. 1, 2010, p. 263-266.

SACHS, I. *Estratégias de transição para do século XXI: desenvolvimento e meio ambiente*. São Paulo: Studio Nobel, 1993, 104 p.

SAMPAIO, C.; MURARO, G.; ZANINI, A. *Aplicabilidade da metodologia D4S para o design de espaços comerciais – cafeteria sustentável*. Curitiba: I Simpósio Brasileiro de Design Sustentável, 4-6 set. 2007, 8 p.

SELIG, P. M.; CAMPOS, L. M. S.; LERIPIO, A. A. *Gestão ambiental*. In: BATALHA, M. O. (org). *Introdução à engenharia de produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008, 312 p.

SLACK, N. *et al. Administração da produção*. São Paulo: Atlas, 1997, 754 p.

SMITH, G. G., BARKER, R. H. *Life cycle analysis of a polyester garment*. Resources, Conservation and Recycling, v. 14, 1995, p. 233-249.

SOUZA, M. C. C. *Algodão orgânico: o papel das organizações na coordenação e diferenciação do sistema agroindustrial do algodão*. Dissertação de mestrado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de Administração, USP, São Paulo, 1998, 197 p.

UEDA, A. C. *Aplicação de micelas reversas na remoção de corantes têxteis catiônicos*. Dissertação de mestrado. Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, fev. 2006, 70 p.

VEZZOLI, C. *Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de "sistemas de satisfação"*. Salvador: EDUFBA, 2010, 343 p.

VIANA, F. L. E., ROCHA, R. E. V., NUNES, F. R. M. *A indústria têxtil na região nordeste: gargalos, potencialidades e desafios*. Revista Produção Online. v. 8, n. 3, 2008, ABEPRO, UFSC, 18 p.

VIVEKANADAN, M. V.; RAJ, S.; SREENIVASAN, S.; NACHANE, R. P. *Parameters affecting warm-cool feeling in cotton denim fabrics*. Indian Journal of Fibre & Textile Research, v. 36, jun. 2011, p. 117-121.

Recebido em 30/05/2014

Aceito em 18/08/2014