

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO EM SEGMENTOS DA CADEIA DE MODA

SOLIMAR GARCIA

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, como requisito parcial para obtenção do título de doutora em Engenharia de Produção.

São Paulo
2014

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO EM SEGMENTOS DA CADEIA DE MODA

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Sistemas Inovadores de Produção Aplicados ao Agronegócio

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Vicens-Salort

SOLIMAR GARCIA

São Paulo

2014

Garcia, Solimar.

Sustentabilidade e Inovação em Segmentos da Cadeia de Moda / Solimar Garcia - 2014.

141 f.: il. color. + CD-ROM.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2014.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientadora: Prof.^a Dra. Irenilza de Alencar Nääs.

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Vicens-Salort

1. Algodão colorido e agroecológico. 2. Metodologia. 3. Redes de empresas. 4. Simulação. 5. Transportes Multimodais. I. Nääs, Irenilza de Alencar (orientadora). II. Vicens-Salort, Eduardo (coorientador). III. Título.

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO EM SEGMENTOS DA CADEIA DE MODA

SOLIMAR GARCIA

Tese apresentada ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP.

Área de Concentração: Gestão de Sistemas de Operação

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção

Projeto de Pesquisa: Sistemas Inovadores de Produção Aplicados ao Agronegócio

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs

Coorientador: Prof. Dr. Eduardo Vicens-Salort

Banca examinadora

06/10/2014

Prof.^a Dr.^a Irenilza de Alencar Nääs - Universidade Paulista – UNIP (Orientadora)

06/10/2014

Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto - Universidade Paulista – UNIP

06/10/2014

Prof. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto - Universidade Paulista – UNIP

06/10/2014

Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia – UFGD

06/10/2014

Prof.^a Dr.^a Francisca Dantas Mendes – USP - EACH

São Paulo
2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, **Jurandyr e Zilda**, origem da vida, pelo gosto em estudar.

Agradeço aos meus filhos **Juliana e Reinaldo** e aos meus netos **Lucas e Felipe**, pela existência em minha vida, sem os quais, não teria o menor sentido!

Agradeço ao **Pedro**, companheiro de estrada, pela paciência durante o processo.

Agradeço à **Prof^a. Dr^a. Irenilza de Alencar Nääs**, pelos conhecimentos partilhados e apoio
certo.

Agradeço ao **Prof. Dr. Eduardo Vicens-Salort** e ao **Prof. Dr. Vicente Amigó Borrás**, por
me receberem com alegria em Valencia, na Espanha.

Agradeço ao **Prof. Dr. José Benedito Sacomano**, pela luz na entrada do túnel.

Agradeço aos meus professores de sempre, pela paciência e dedicação.

Agradeço aos meus colegas de turma, de todos os tempos, por me ajudarem a sempre dar um
passo à frente!

Agradeço ao **CNPQ-Capes**, pela bolsa de doutorado sanduíche do Programa Ciências sem
Fronteiras.

Agradeço à **UNIP**, pela bolsa parcial para o curso de Doutorado.

Agradeço aos **funcionários** da UNIP, de todos os níveis, que tanto me ajudaram durante o
curso.

Gratidão a todos e a todas pela companhia no caminho de todos os dias!

“Porque se não sabem, disso é feita a vida, só de momentos...”

(atribuída ao poeta argentino Jorge Luis Borges).

RESUMO

GARCIA, Solimar. SUSTENTABILIDADE E INOVAÇÃO EM SEGMENTOS DA CADEIA DE MODA

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, 2014.

Desde os anos 90, a produção têxtil tem se modernizado e as plantas industriais migraram para os países que têm menor custo de mão de obra e menos benefícios aos trabalhadores. Uma das indústrias mais poluentes, o segmento têxtil e de confecções busca estratégias para a sustentabilidade por meio da inovação. Nesse sentido, este estudo apresenta estratégias de inovação e sustentabilidade para o agronegócio do algodão e distribuição, dois importantes elos da cadeia produtiva de moda. Como metodologia foram utilizadas pesquisas exploratórias e bibliográficas, análise estatística descritiva, análise de distribuição, análise de documentos e de séries estatísticas e simulação. Os resultados indicam que os estudos são insuficientes e é necessário continuar a desenvolver o tema, cuja complexidade e muitos players envolvidos dificulta reunir informações e análises conclusivas. Como cadeia produtiva altamente poluente, a moda pode encontrar algumas saídas por meio das estratégias de inovação e sustentabilidade como o algodão agroecológico e colorido e o uso da intermodalidade nos transportes, integrando os diversos meios disponíveis e barateando o custo do produto final. Da mesma forma, a simulação para a tomada de decisão pode ser uma ferramenta para melhorar a distribuição de produtos interna e externamente. Para isso, o apoio do governo e a consciência dos empresários em geral são passos importantes para avançar no atendimento à satisfação das necessidades dos empresários internacionais e atender às aspirações dos consumidores cada vez mais exigentes e informados.

Palavras-chave: 1. Algodão colorido e agroecológico. 2. Redes de empresas. 3. Simulação. 4. Negócios sustentáveis 5. Transportes multimodais.

ABSTRACT

GARCIA, Solimar. *SUSTAINABILITY AND INNOVATION IN FASHION CHAIN SEGMENTS*

Ph.D. thesis presented to the Doctoral Program in Production Engineering from Universidade Paulista - UNIP, 2014.

Since the 90s, textile production has been modernized and industrial plants migrated to countries that have lower labor costs and fewer benefits to workers. One of the most polluting industries, this segment can use strategies for sustainability through innovation. Accordingly, this study presents strategies for innovation and sustainability for agribusiness cotton and distribution, two important links in the production chain of fashion. As exploratory methodology and library research, descriptive statistical analysis, distribution analysis, document analysis and statistical series and simulation were used. The results indicate that the studies are insufficient and it is necessary to further develop the theme, the complexity and many players involved makes it difficult to gather information and conclusive analysis. As alternative for the highly polluting production chain, innovation and sustainability as the agroecological and colored cotton and the use of intermodal transport, integrating the various means available and lowers the cost of the final product. Similarly, the simulation for decision making can be a tool to improve the distribution of products internal and external. For this, government support and awareness of entrepreneurs in general are important steps to advance the care to meet the needs of international business and meet the aspirations of increasingly demanding and informed consumers.

Keywords: 1. Algodão colorful and agroecology. 2 Networks businesses. 3 Simulation. 4 Sustainable Business 5. multimodal transport.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens das fibras de algodão	29
Tabela 2 – Percentual de empresas que implementaram inovações tecnológicas com impactos de alta e média relevância (2003 – 2005)	32
Tabela 3 - Resumo dos impactos ambientais	32
Tabela 4 – Quantidade de empresas que investiram em inovação e a redução dos impactos ambientais	34
Tabela 5 - Indicadores ambientais para o setor têxtil	39
Tabela 6 - Principais instrumentos normativos nacionais com impactos para o setor	4
Tabela 7 - Artigos publicados a partir da tese	51

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção	26
---	----

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	v
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
SUMÁRIO	xi
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1.1 Introdução	11
1.2 Justificativa.....	13
1.3 Objetivos	14
1.4 Referencial teórico	15
1.5 Procedimentos metodológicos	15
1.6 Estrutura do trabalho	17
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Estratégia de negócios e competitividade	19
2.2 Redes de empresas.....	22
2.2.1 Redes de empresas da cadeia de moda	25
2.2.2 Agronegócio do algodão e manufatura do vestuário no mundo e no Brasil.....	27
2.3 Inovação e sustentabilidade.....	30
2.3.1 Utilização de produtos alternativos na indústria têxtil	36
2.3.2 Regulações econômicas e socioambientais que afetam o setor	39
2.4 Distribuição, logística e simulação.....	43
3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	54
REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICES	70
ANEXOS	76

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1 Introdução

Nos anos 90, os países que detinham produção têxtil, apesar do longo processo de modernização, perderam fábricas para outros, nos quais o custo da mão de obra era menor e benefícios aos trabalhadores praticamente inexistem. Há uma continuidade no padrão daquela época e as multinacionais possuem manufaturas de moda fragmentadas em diversas partes do mundo com o objetivo de redução de custos. No Brasil, a entrada dos produtos da cadeia têxtil foi facilitada pela flexibilização das leis de importação e dos preços baixos, o que contribuiu para reduzir os resultados das empresas nacionais, que precisaram modernizar plantas industriais e alterar as formas de gerenciar o negócio para sobreviver a estas mudanças (ABIT, 2012; GORINI, 2000; MARIANO, 2011).

Por esta mesma época, as estratégias aplicadas ao ambiente de produção, com ênfase em custo, enfoque e diferenciação (PORTER, 1986) à manufatura de produtos, somadas ao desenvolvimento de tecnologias da informação, ascensão da importância da mídia e da preocupação com o consumidor propiciaram novas visões aos empresários da cadeia têxtil, que passaram a buscar mais qualidade, imbuídos em atender os desejos de consumo dos clientes, o que inclui a preocupação com a sustentabilidade e com inovações constantes.

Como estratégia de inovação, a sustentabilidade busca alívio a problemas ambientais que já passaram dos limites aceitáveis e trazem riscos à continuidade da vida no planeta (GRI, 2010; WCED, 1987). A sustentabilidade do negócio é determinada pela capacidade de realizar transações de longo prazo e manter o bem-estar da economia, do meio ambiente e da sociedade (HASSINI et al., 2012). Os três pontos foram popularizados por Elkington (1997), o *Triple Bottom Line* (TBL) que formam os pilares da sustentabilidade: pessoas, planeta e lucro. Os primeiros passos empresariais no caminho da sustentabilidade foi demonstrar aos *stakeholders*¹ a preocupação ambiental aos seus clientes por meio de relatórios periódicos de TBL. O histórico da sustentabilidade e seus principais marcos estão no Apêndice A.

Na ponta inicial da manufatura do vestuário de moda está o agronegócio das fibras naturais, que inclui o algodão. O setor busca produtos diferenciados que utilizem menos recursos não renováveis como a água e redução do uso da energia e das agressões químicas na manipulação dos produtos (ABIT, 2012; EMBRAPA ALGODÃO, 2014, BRASIL, 2011a).

¹ *Stakeholders* – públicos de interesse da empresa.

A busca tem sido constante por empresários, governos, acadêmicos e cidadãos em geral, contribuindo, espera-se, cada um com parte importante para a solução desse complexo problema da contemporaneidade. As cadeias de negócios e seus setores dependentes da natureza estão atentas (ou pelo menos deveriam estar) à situação. A agricultura sustentável faz parte dos temas desenvolvidos pela Agenda 21, proposta na Rio-92.

A literatura que trata de uso de água como recurso não renovável esclarece que a agricultura utiliza 88% da água disponível para consumo, a indústria 7% e os 5% restantes é utilizada para o consumo doméstico. Usada em abundância no agronegócio e na indústria têxtil, a água retorna ao meio ambiente contaminada por produtos químicos e corantes, após processos industriais a que são submetidos seus suprimentos, gerando grande volume de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos). As operações de limpeza, tingimento e acabamento, emitem efluentes² químicos variados, que podem causar dano às pessoas e ao ambiente quando descartados indevidamente (BRASIL, 2010b; EMBRAPA ALGODÃO, 2014, FORGIARINI, 2006). Uma das soluções passíveis de se colocar em prática no longo prazo com sucesso e menos poluição e que contribuiria com mudanças sustentáveis, é o aumento da área plantada do algodão colorido e agroecológico.

Administradas em redes, o *supply chain management* (gerenciamento da cadeia de suprimentos) tem refletido com relevância na competitividade, que se mostra não mais nas empresas individualmente, mas ao longo das cadeias produtivas (PROCHNIK, 2003), o que torna a adoção de parcerias e alianças estratégicas uma tendência global, por tratar-se de um dos gargalos da cadeia têxtil nacional (GORINI, 2000), assunto mais comumente abordado pelo nome de redes de empresas.

A participação do investimento para atingir o desenvolvimento e o crescimento esperados no País não foi suficiente para criar a infraestrutura em geral, incluindo a de transporte, nos últimos anos. Em 2009, um total de 500 milhões de toneladas de produtos circulou em portos marítimos brasileiros, entre importações e exportações (BRASIL, 2013). As estimativas mostram que, em 2030, um terço dos produtos comercializados no mundo será oriunda do País (BRASIL, 2011a).

Observa-se que os investimentos em modais como hidrovias, ferrovias, linhas de cabotagem e dutos terrestres começam a agregar valor ao produto/serviço e precisam ser considerados no planejamento global do transporte do País, seja para melhorar a distribuição

² Efluente - fluidos que saem de um motor ou equipamento para ser despejado no meio ambiente.

de produtos produzidos internamente, ou a distribuição dos que chegam por meio das importações.

A infraestrutura precária associada às dimensões físicas continentais do País dificultam a movimentação de materiais e produtos em longas distâncias geográficas, o que aumenta os valores de transporte, de custos e do preço final do produto, sendo um problema a mais para a logística local. As dificuldades citadas diminuem a competitividade internacionalmente e estimar os custos logísticos totais é fundamental para as empresas no Brasil, que ocupa o 48º posto num *ranking* de 144 países sobre infraestrutura de transportes e o 65º lugar em logística. Na competitividade global, o Brasil ocupa a 57ª posição (*WORLD ECONOMIC FORUM*, 2014). Os números só poderão ser revertidos a partir de investimentos governamentais adequados, educação de qualidade e desenvolvimento acelerado.

Dificuldade para prever custos, política econômica instável, ambiente legal com alterações repentinas se somam à falta de profissionais qualificados. Para atenuar esta situação, as ferramentas de simulação manuais ou por computador são úteis para ajudar no controle de custos e previsão de demanda, tempo de entrega e outras variáveis, diminuindo os riscos e facilitando a tomada de decisões empresariais.

1.2 Justificativa

A cadeia de negócios da moda e a distribuição é crescente e vigorosa no Brasil e no mundo. Ampliar a compreensão da rede que envolve a cadeia têxtil e de confecções, manufatura de vestuário de moda, distribuição e transportes colabora com a Engenharia de Produção e o Agronegócio, com destaque para a preocupação ambiental e a inovação, que possui estudos incipientes no setor.

O segmento inclui a indústria de calçados e acessórios e a manufatura do vestuário. O trabalho não tratará de calçados e acessórios, ocupando-se de dois elos das redes de empresas interdependentes participantes da manufatura do vestuário de moda: o agronegócio do algodão e a logística de distribuição. Por esta tese apresentam-se estratégias de inovação e sustentabilidade como facilitador para criação de oportunidades de negócios que levem o País ao desenvolvimento alinhado às grandes potências mundiais e compatíveis com posição de destaque entre os países integrantes do acrônimo BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul).

Um dos problemas observados foi a falta de estudos científicos no segmento e apesar de dados governamentais abundantes, há muita informação desencontrada, tornando as redes de empresas da manufatura do vestuário de moda uma lacuna de interesse a ser pesquisada. A pujança e variedade das empresas demonstram a necessidade de ter mais claros e transparentes os números do setor, bem como a atuação em redes ter o aprofundamento da área de Engenharia de Produção.

1.3 Objetivos

O estudo avalia o agronegócio do algodão e a sua distribuição, bem como as propostas para tornar o segmento de moda mais competitivo e sustentável, por meio da compreensão das estratégias que interferem em dois elos da cadeia.

Por ser um campo complexo de estudo, torna-se impossível o trato da área como um todo num único trabalho, por esta razão, nesta tese é analisada a inovação como modelo de negócio para a sustentabilidade, gerando vantagem competitiva e valor agregado aos produtos em duas áreas do segmento: o agronegócio do algodão e a distribuição de moda.

Os procedimentos metodológicos foram utilizadas para atingir o objetivo geral: apresentar estratégias de inovação que contribuam com a sustentabilidade do agronegócio do algodão e transportes brasileiros para atender às novas demandas nacionais e internacionais do setor de moda. Como objetivos específicos apresentam-se os seguintes pontos:

- a. Avaliar as estratégias para inovação e sustentabilidade em agronegócio do algodão e em distribuição de produtos de manufatura de moda.
- b. Apresentar o uso da simulação para obter dados significativos em inovação e sustentabilidade em transportes que possam ser seguidos pelo setor (*benchmarking*³).
- c. Atualizar as estratégias utilizadas para obtenção de dados e facilitar a tomada de decisão na cadeia de negócios, deixando-a mais competitiva, inovadora e sustentável.

³ *Benchmarking* é uma ferramenta de gestão que consiste na mensuração da performance de uma empresa, permitindo que ela compare sua eficiência com a de outras organizações, frequentemente com a empresa líder do segmento ou outro concorrente relevante. É comum no mundo empresarial a adoção das melhores práticas utilizadas no segmento (HILSDORF, 2010).

1.4 Referencial teórico

O referencial teórico para a construção da tese traz o estado da arte e das novidades apresentadas nas publicações internacionais nos últimos cinco anos, a partir dos seguintes temas-chave: estratégia de negócios, competitividade, inovação e sustentabilidade, redes de empresas, agronegócio do algodão, manufatura do vestuário de moda, logística, distribuição e transportes intermodais. As contribuições para o referencial teórico são de autores clássicos sobre os temas estudados, aos quais foram somadas as literaturas recentes, que aportam nos artigos a qualidade necessária da revisão de literatura atualizada e condizente com o padrão esperado para publicações internacionais, apresentando propostas para abrandar as dificuldades do segmento desenvolvidas nos artigos discutidos no Capítulo IV e constantes nos Anexos B, C, D, E e F.

1.5 Procedimentos metodológicos

No presente trabalho são abordados o Agronegócio e a distribuição, utilizando-se estudos científicos recentes, análise de documentos, informações governamentais, reportagens veiculadas pela grande imprensa, pesquisas exploratórias submetidas à estatística descritiva, pesquisas qualitativas com especialistas, análise comparativa, projeções de resultados e simulação.

A metodologia utilizada tem ênfase na compreensão do ambiente em que está o problema para melhorar o entendimento do referido fenômeno contemporâneo escolhido para ser estudado, com o objetivo de buscar padrões, ideias e hipóteses, para a familiaridade e aprofundamento do tema (MARTINS, 2010; MIGUEL, 2010). Apresenta-se como um estudo de caso, pois busca investigar um fenômeno atual dentro de determinado contexto, a partir de várias evidências e fontes de informação para que o arcabouço teórico e de informações possam ser confrontados diretamente na compreensão do assunto (YIN, 2001).

Iniciado por meio de uma investigação bibliográfica nas bases de dados internacionais e nacionais (*Elsevier, Scielo, ScholarGoogle, ScienceDirect*) entre outras, as informações foram levantadas por meio de análise de dados secundários (artigos científicos de periódicos da área, revistas e jornais setoriais e gerais) (SAMPIERI et al., 2006) para descrever o agronegócio, a

manufatura do vestuário e as estratégias de inovação e de sustentabilidade utilizadas na cadeia de moda.

As pesquisas abrangeram os seguintes temas: estratégia de negócios, competitividade, redes de empresas (agronegócio do algodão, algodão colorido e manufatura do vestuário de moda), inovação, sustentabilidade (regulações, agronegócio do algodão e da manufatura do vestuário de moda), distribuição e logística, modais de transporte (transportes intermodais) e simulação. Como temas tangentes foram estudados responsabilidade social, metodologia em Engenharia de Produção, *supply chain* e tomada de decisão.

As buscas nas bases de dados resultaram em poucos estudos que abrangiam os temas inovação e sustentabilidade na produção do algodão e nas indústrias químicas que envolvem o setor têxtil. Artigos sobre a produção do algodão colorido e agroecológico praticamente não existem em publicações internacionais, sendo que a maioria das informações foi conseguida junto às publicações específicas da Embrapa Algodão, companhia do governo brasileiro e em entrevistas com seus pesquisadores.

Após pesquisa bibliográfica sobre o tema nas bases de dados e na mídia, foram feitas entrevistas com pesquisadores dos temas em pauta, bem como com representantes das indústrias, das confecções e outros especialistas da área para uma melhor compreensão do assunto e respaldo ao referencial teórico presente na discussão dos resultados da tese (DUARTE, 2004).

Tendo em vista o objetivo da pesquisa, conhecer a opinião de especialistas da área, a utilização do método qualitativo mostrou-se o mais adequado para a realização do levantamento. Segundo Minayo (2006), o método se aplica, entre outros casos, para colher as opiniões e as interpretações feitas pelo homem sobre si mesmo, como vive e constrói seus artefatos. Utilizou-se a entrevista semiestruturada, que para aquele e esta autora, as conversas cuja finalidade é obter dados por meio de uma determinada forma de organização pode ser considerada como uma entrevista para levantamento de dados.

Algumas entrevistas apresentaram dados utilizados de forma qualitativa e em alguns momentos como subsídio na construção dos artigos propostos, não se pretendia correr o risco de elaborar uma pesquisa superficial e com poucos respondentes para extrapolar o resultado para todo o universo pesquisado, o que poderia invalidar o estudo. Por esta razão, optou-se por obter informações gerais encontradas na base de dados do governo e de associações da área (ABIT, 2012; ABRAPA, 2013; CEPEA, 2011; EMBRAPA ALGODÃO, 2008 e 2014).

Os resultados são apresentados por meio de artigos, cada um deles com estrutura metodológica própria. Foram utilizadas pesquisas exploratórias e análise estatística descritiva, análise de distribuição, análise de documentos e de séries estatísticas e simulação. As metodologias foram confrontadas com o referencial teórico e na discussão de cada *paper* apresentado, conforme pode-se acompanhar no resumo de procedimentos metodológicos e de resultados na Tabela 7, apresentada no capítulo III e na leitura completa dos artigos nos Anexos B, C, D, E e F, discutidos no capítulo IV.

1.6 Estrutura do trabalho

Esta tese se apresenta em quatro capítulos. O Capítulo 1 traz as considerações iniciais, com os itens: introdução; justificativa; objetivos; referencial teórico; metodologia e a estrutura do trabalho.

O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, com os seguintes subitens: estratégia de negócios e competitividade; redes de empresas, agronegócio e manufatura do vestuário de moda no mundo e no Brasil (números e organização geral dos plantadores); inovação; sustentabilidade e as regulações econômicas e socioambientais que afetam o setor; estratégias de distribuição e logística de produtos manufaturados e os transportes utilizados e o uso da simulação.

Os resultados e as discussões da tese são apresentados no Capítulo 3, delineados a partir da realização do *Proyecto Doctorado Sandwich na Universitat Politècnica de València* (UPV), na Espanha, detalhado no Apêndice C, com as estratégias de sustentabilidade e inovação na cadeia de distribuição de moda. Os artigos completos podem ser lidos nos Anexos B, C, D, E e F nos quais os artigos estão no formato de publicação.

A tese finaliza com o Capítulo 4 de considerações finais e sugestões para novos trabalhos, corroborando por meio dos artigos escritos, o cumprimento dos objetivos propostos nesta tese e no projeto contemplado com bolsa de doutorado sanduíche do Programa Ciências sem Fronteiras à autora, realizado em Valência, Espanha, entre agosto de 2013 e julho de 2014 (Apêndice C). Ao final, foi incluída a autorização do Comitê de Ética da Universidade Paulista- UNIP (Anexo A) para a realização da pesquisa e os apêndices e anexos necessários à compreensão do texto da tese, que por serem volumosos truncariam a leitura principal.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nos últimos cinco anos, a cadeia de moda tem sido alvo de atenção após escândalos ocorridos, envolvendo marcas de prestígio em vestuário como *Nike*, *Levi Strauss*, *Benetton*, *Adidas* e *C&A*, responsabilizadas por condições de trabalho desumanas ou contaminação ambiental (CHENG et al., 2008). No Brasil, a marca espanhola *Zara* foi denunciada por envolvimento com trabalho escravo (GUERRA, 2011). Tais eventos têm aumentado o interesse das empresas em gestão de *supply chain* (SEURING et al., 2008) e dos pilares do *Triple Bottom Line* (TBL): sustentabilidade econômica, social e ambiental (ELKINGTON, 1997).

Chopra e Meindl (2007) esclarecem que a cadeia de suprimentos é formada por todos os envolvidos em uma empresa para que uma ordem do cliente seja cumprida. Hassini et al. (2012) alertam para a dificuldade no cumprimento da ordem para atender o cliente, uma vez que os tomadores de decisão estão dispersos em várias áreas da gestão - recursos, informações e processos - e em empresas diversas que formam a rede envolvida.

Pela distância entre o decisor e o resultado final, e da busca pelo atendimento do interesse social, as empresas, desde os anos 90, vêm seguindo os pensamentos administrativos e seus fluxos de aprendizagem, que se voltaram para a sustentabilidade, o atendimento ao cliente e as relações com os diversos públicos envolvidos e entre eles, às questões éticas, administração em rede, produtividade, competitividade e competição internacional.

Em meio à diversidade de temas e de exigências, apenas a Administração deixou de trazer as respostas para tantas demandas. Cada empresa precisou definir melhor seu *core business*⁴ e encontrar formas para atender seus clientes. O foco de atenção saiu de questões meramente administrativas e as decisões estratégicas passaram a englobar áreas responsáveis pela boa qualidade de produtos e explorando o potencial da Engenharia de Produção.

Junto e diretamente intrínseca à Administração Científica de Taylor e pela atenção aos processos e procedimentos que a envolve, a Engenharia de Produção é entendida como uma extensão da Administração de Empresas. Na visão de Fleury (2008), começou há mais de um século com uma concepção de racionalidade econômica aplicada aos sistemas de produção, reportando às ideias iniciais de Taylor e Ford.

⁴ *Core business* é uma expressão em inglês que significa "a parte central ou nuclear de um negócio ou de uma unidade de negócios". O conceito é confundido com modelo de negócios, porém este é muito amplo, o que faz do *core business* a deia básica ou central do negócio (VIEIRA, 2012).

Posteriormente, essas ideias foram ampliadas para atender às demandas das épocas subsequentes, que passaram a considerar os diversos públicos, os *stakeholders* e atualmente estão associadas aos processos decisórios e de sustentabilidade da organização, passando por elementos regulatórios de gestão ambiental, de percepção de qualidade e alinhamento de cadeias produtivas que hoje integram as decisões de Engenharia do Produto ou do processo produtivo (BORCHARDT et al., 2009).

2.1 Estratégia de negócios e competitividade

Silva (2014) explica a trajetória do pensamento administrativo para as estruturas organizacionais, passando por todas as fases até chegar à dinâmica estratégica: nos anos 50 do século passado eram avaliadas por meio da produção clássica proposta por Taylor e Fayol, que foram seguidas pelo planejamento de longo prazo nos anos 60, culminando com a administração estratégica nos anos 70. A partir dos anos 90, entrou em cena a Administração responsável, quando as empresas começaram a buscar vantagens competitivas para atender a demanda da responsabilidade social corporativa ou empresarial (RSE) e equilíbrio entre interesses próprios e dos públicos envolvidos, incluindo os acionistas, investidores, imprensa, funcionários, fornecedores, parceiros comerciais, concorrência, clientes, possíveis clientes, comunidade em geral, governos e outros (*stakeholders*).

Para atender interesses tão diversos junto aos seus públicos, as empresas buscam um limite entre o que querem (o lucro) e o bem comum, o bem social e o bem-estar da sociedade, ideias que fundamentam a responsabilidade social empresarial (RSE).

O modelo de negócios detalha as estruturas, atividades e processos (incluindo os recursos necessários) que conectam áreas funcionais internas da empresa (*marketing*, vendas, produção e finanças) e público externo (fornecedores, parceiros e clientes) em um sistema interdependente da estratégia da empresa. O modelo de negócio tem um papel importante na interligação do ambiente interno e do externo, conectando a rede de sistemas organizacionais internos e interdependentes com os parceiros, fornecedores e clientes oferecendo a mesma proposição de valor que é desempenhada pelo pessoal interno (TEECE, 2007 e 2010).

Sorescu et al. (2011) exemplifica que a estratégia de baixo custo pode levar à terceirização em algum momento, o que exigirá mudança no modelo de negócio, mas não na estratégia. O nível de detalhamento do modelo de negócio é maior do que o estratégico para

que consiga orientar gestores que possam levar as ações a cabo e que percebam a vantagem competitiva da empresa no nível estratégico. Teece (2010) complementa com a ideia de modelos de negócios que buscam encontrar estratégias de negócios e vantagem competitiva sustentável, pela articulação da lógica entre os dados e evidências que suportam a proposição de valor para o cliente e uma estrutura viável de receitas e custos para a empresa oferecer esse valor. O modelo e a estratégia de negócios juntos resultam no benefício que a empresa oferece aos clientes e molda a proposta de valor.

Sorescu et al. (2011) esclarecem que, apesar das raízes em comum, os conceitos têm diferenças importantes: a estratégia articula determinado objetivo e o modelo de negócio detalha o mecanismo que move a organização para o cumprimento, centrando-se em como a organização vai criar valor apropriado para alcançar um diferencial e vantagem competitiva. Para Magretta (2002), a estratégia trata de ‘como’ a empresa vai diferenciar e competir com seus rivais para alcançar uma vantagem competitiva, o que implica em atingir uma posição única no mercado, segundo Porter (1992).

Se o modelo de negócio apresenta a criação do valor para a obtenção da melhor vantagem competitiva, as estratégias precisarão ser utilizadas como elemento de ligação entre pessoas, ideias, objetivos e metas empresariais num mesmo foco e demonstrar quando uma empresa resolve escolher uma direção e não outra (SLACK et al., 2002). Uma delas, a atenção para a qualidade do produto, cuja preocupação empresarial remonta a tempos imemoriais, lentamente foi evoluindo junto aos processos produtivos e hoje é considerada um instrumento básico da gestão empresarial, chegando a com ela se confundir (COSTA NETO e CANUTO, 2010).

O sucesso ou o fracasso das empresas estão ligados à concorrência entre elas, que devem conjugar esforços para ensejar bom desempenho, inovações, investimentos e integrar uma cultura homogênea. Para isso é preciso que cada vez mais elas busquem uma estratégia competitiva adequada para estabelecer posições lucrativas e sustentáveis e fazer frente às forças que determinam a concorrência em seu setor de atuação (indústria) (PORTER, 1986).

Santos (2011) esclarece que os termos vantagem competitiva, diferencial competitivo e vantagem estratégica se equivalem e representam um atributo, ou um conjunto deles, que seja exclusivo ou pertencente predominantemente a uma empresa, em determinado período de tempo. Por ela, a empresa deve oferecer aos compradores, segundo a compreensão deles próprios, uma opção de satisfação de seus desejos e necessidades mais valiosa que os

concorrentes e demais competidores. Para o autor, o termo estratégia pode ser compreendido como o conjunto, deliberado ou não, de decisões que a empresa adota ou de atividades que realiza para definir, implementar e acompanhar as vantagens ou diferenciais competitivos.

Na sequência do raciocínio aparece a competitividade compreendida pelo foco do desempenho - uma estratégia efetiva que leve a empresa a ser sustentável pelo mercado que atende (compradores, concorrentes e outros competidores) com o produto que oferece em face de seus resultados reais e satisfatórios. Pelo foco do processo, a competitividade é a capacidade da empresa em definir e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam a sobrevivência e o desenvolvimento no longo prazo (SANTOS, 2011), ou a própria sustentabilidade do negócio, da mesma forma que propõe Ecib (1993a).

Nesta segunda compreensão da competitividade pode-se observar o deslocamento do foco do resultado para o processo de definição da estratégia, uma vez que em ambientes de rápidas mudanças, a base da competitividade recai sobre a capacidade da empresa em responder de modo adequado às alterações no ambiente competitivo, muito mais do que em simplesmente auferir os ganhos de uma estratégia vencedora que poderá estar desatualizada em pouco tempo ou até inesperadamente, em função de mudanças bruscas (BARBOSA, 1999; ECIB, 1993b).

Destaque-se, que o sentido geral de um conceito para a competitividade deve ser o de permitir a compreensão e a instrumentalização do agir no sentido de alcançá-la. Neste aspecto, a adoção de qualquer enfoque para a competitividade deve estar alinhada às características e objetivos da empresa no seu processo de definição das estratégias. A capacidade da empresa para competir em seu mercado está na compreensão das forças competitivas do ambiente e as razões pelas quais elas se modificam de acordo com as circunstâncias e ao longo do tempo, e de poder criar e desenvolver competências para avaliar, decidir, implementar e acompanhar a estratégia competitiva escolhida e alinhar a ela todos os recursos à disposição para o cumprimento do objetivo (BARBOSA, 1999).

Longe de ser uma unanimidade, o conceito de competitividade passa por muitas teorias e práticas acadêmicas que não se pretende esgotar. O Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira (Ecib) realizado entre 1992 e 1993 por demanda do Ministério de Ciência e Tecnologia e financiado pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), tornou-se um marco nacional sobre o tema da competitividade, quer em seus aspectos conceituais, quer nas pesquisas de campo que realizou para avaliar as características competitivas de diversos

setores industriais. A partir de então, os resultados do estudo têm sido utilizados como fonte de referência quando se discute a competitividade no País. No Ecib (1993b, p. 4), “a competitividade deve ser entendida como a capacidade da empresa em formular e implementar estratégias concorrenciais que lhe permitam conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado”.

Para Machado da Silva e Fonseca (2010), a competitividade necessita da eficiência que é a habilidade da organização fabricar produtos melhores do que os da concorrência, levando em consideração seus limites determinados pela capacitação tecnológica, gerencial, financeira e comercial. Para o autor, a competitividade poderia ser traduzida pelas relações custo-preço e mensurada por indicadores como produtividade e técnicas de produção em relação às organizações de maior rendimento.

No Brasil, a transição democrática dos anos 80 do século passado aprofundou os problemas conjunturais e de infraestrutura acumulados por anos de falta de investimentos e de instabilidade econômica, que se juntou, no mesmo período, ao fenômeno da globalização, com mudanças de atuação das empresas mundialmente e necessidade de ampliar seus horizontes para continuar a ser um País em franco crescimento (MACHADO DA SILVA e FONSECA, 2010). Os autores apresentam a competitividade como o resultado positivo de uma estratégia existente ou como a capacidade da organização de desenvolver estratégias que tragam resultados positivos.

A discussão acadêmica acerca dos conceitos de estratégia e modelo de negócios, bem como o de competitividade envolve material teórico abrangente e que foi estudado para a revisão de literatura sobre o tema. Para não correr o risco de tentar esgotar o assunto e nem tomar posição para um ou outro lado, será apresentado como destaque as estratégias de inovação e sustentabilidade na cadeia de moda, sob dois aspectos, a produção de algodão colorido e agroecológico e a distribuição.

2.2 Redes de empresas

A cadeia produtiva é o universo de atividades articuladas progressivamente, que engloba desde os insumos básicos e matérias-primas utilizadas até a apresentação do produto final, incluindo distribuição e comercialização, sendo que cada um dos segmentos de determinado ramo de negócio funciona como um elo de uma corrente (BRASIL, 2012).

Observa-se que a atuação em redes por meio das várias vertentes possíveis - alianças estratégicas, clusters ou arranjos produtivos locais - tem sido a melhor forma para desenvolver as práticas organizacionais aproximando fornecedores, clientes internos e externos, compartilhando competências especiais de cada um dos atores participantes, otimizando recursos, tornando a entrega mais rápida com prazos menores e melhorando a conquista e manutenção de clientes ao longo do tempo (BRITTO, 2002).

Na década de 90, Porter (1992) definiu redes de empresas como um método de organizar as atividades econômicas por meio de coordenação e/ou cooperação entre elas. Na visão de Britto (2002), as redes de empresas são arranjos organizacionais baseados em vínculos sistemáticos, quase sempre cooperativos, entre empresas formalmente independentes, que coordenam as atividades econômicas de forma particular e diferenciada. Para Slack et al. (2002), a atuação em rede leva as empresas à compreensão do que seja competir. Amato Neto (2000) esclarece que por meio da competição é possível identificar ligações entre elas (nós da rede) e as atividades significativas (ligações) e introduzir uma perspectiva de longo prazo para as empresas envolvidas. Para o autor, a formação de redes de cooperação surge como uma alternativa inovadora e estratégica, opondo-se à concepção verticalizada e fragmentada de uma empresa.

Fusco e Sacomano (2007) esclarecem a necessidade da atuação em redes pela dificuldade para uma única empresa manter-se competitiva ao longo do tempo sem parcerias, o que torna-se um fator preponderante na capacidade de competir. Vistas como teias de relacionamentos, as redes se formam para preencher as lacunas observadas em cada uma das unidades isoladamente, trazendo sinergia ao bloco de empresas da rede.

Susarla e Karimi (2012) estudaram as cadeias de suprimentos globais de empresas farmacêuticas multinacionais, que possuem planejamento integrado de ponta a ponta, em todas as áreas de todas as companhias envolvidas, demonstrando as vantagens da atuação em rede. Liao et al. (2011), ao estudar a indústria de calçados de Alicante (Espanha), mostraram que a concorrência com empresas internacionais que entraram na cidade fortaleceu o cluster local, que mostrou-se um grupo unido pronto para competir sob as fortes pressões globais ao sucesso do negócio na região.

Por meio da atuação em redes, as empresas podem gerar mais empregos e desenvolver-se sustentavelmente. Pela proximidade geográfica unem-se em arranjos produtivos locais (APLs), cujas vantagens incluem o aprimoramento de capacitação tecnológica e gerencial,

flexibilidade para as empresas participantes, facilidade no acesso aos mercados desejados e atenção às mudanças nos segmentos de atuação (AMATO NETO, 2000; ALBAGLI e BRITO, 2002).

Os cluster são formados pela união de empresas similares em polos empresariais atraídas por facilidades governamentais concedidas a determinados grupos ou segmentos, como na Zona Franca de Manaus e no Polo Petroquímico de Camaçari na Bahia. Existe uma empresa principal às quais unem-se fornecedoras de produtos e de insumos, o que atrai atores locais e instituições públicas ou privadas para atuação em treinamento, promoção e consultoria, escolas técnicas e universidades, instituições de pesquisa, desenvolvimento e engenharia, entidades de classe e instituições de apoio empresarial e de financiamento (ALBAGLI e BRITO, 2002).

Um estudo de Cavalcanti Filho e Moutinho (2007) corrobora a ideia da soma de esforços para o bem do APL de confecções de Campina Grande que apresenta a inovação, a cooperação e o aprendizado das empresas fortemente relacionadas ao suporte institucional de outras entidades locais como universidades, prefeitura e o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

Os arranjos empresariais apresentam a cooperação como fator preponderante de sucesso, no qual umas buscam a expertise das outras para derrotar a própria fraqueza e concorrer de forma completa. Para que isso ocorra e se transforme em vantagem competitiva para o grupo, o principal fator é a confiança mútua entre os empresários. Globalmente, empresas do mesmo segmento que querem concorrer em conjunto unem-se em alianças estratégicas, com espaço para colaboração e competição em que cada um dos atores pode usufruir de bons resultados e atender com melhor qualidade os exigentes consumidores da atualidade (COSTA NETO e CANUTO, 2010).

A produção de fibras de algodão faz parte da cadeia têxtil, integrando setores de agropecuária, agroindústria, petroquímica e química, que a abastece em seu eixo principal (fiação, tecelagem, malharia e não tecido). Essa produção serve à indústria de confecção que atenderá ao consumidor por meio de diversos tipos de varejo. No entorno da cadeia têxtil principal e que trabalham em função dela estão empresas de beneficiamento: tinturaria, estamparia, bordados, lavanderia, indústrias de aviamentos, componentes para distribuição e a distribuição propriamente dita, além da indústria química e de máquinas e equipamentos que atende toda a cadeia (MENDES, 2006; 2010).

2.2.1 Redes de empresas da cadeia de moda

As novas tecnologias e a industrialização das confecções de vestuário facilitaram a produção em massa de roupas para consumo rápido, o *prêt-à-porter*, o que tornou a moda mais acessível às pessoas, com pesquisa e desenvolvimento para produzir em larga escala (MENDES, 2006), com a redução do tempo entre os ciclos produtivos e do custo dos produtos e da racionalização de processos e aumento dos lucros (MENDES, 2010). Apesar dos avanços no setor, observa-se que as mudanças não reverteram na adoção de produção sustentável nas redes de moda.

A indústria da moda, de artigos têxteis e de confecções tem passado pela troca de locais de produção ao redor do mundo na busca de mão de obra mais barata. O setor tem pequena exigência de qualificação profissional e poucos requisitos de infraestrutura para a instalação das fábricas. No caso das confecções, a migração é mais intensiva para o uso de mão de obra menos exigente em escalas de produção, acompanhadas das indústrias de fiação e tecelagem. O mercado internacional apresenta aumento de consumo de fibras químicas (sintéticas e artificiais), indicativo desfavorável ao País, mais competitivo na cadeia de produtos feitos à base de algodão (BRASIL, 2014b).

No entanto, há uma tendência que exige dos produtores e varejistas globais que implantem políticas verdes como parte essencial do negócio e demonstrem ser *eco-friendly* e vendam produtos com benefícios ambientais, chamados de produtos verdes (LEE et al., 2012). Quando se relacionam à dimensão ecológica do desenvolvimento sustentável, a produção remete às vertentes socioculturais, ecológicas e econômicas (LAI et al., 2010) do *Triple Bottom Line* (TBL).

O consumo rápido de produtos exige mudanças na concepção e entrega de novidades aos clientes. Atender os desejos do consumidor transformou-se no tópico principal de atenção nas empresas que, por meio de pesquisas, estuda o seu comportamento para satisfazer-lhes as necessidades básicas e os desejos mais profundos de forma imediata, antes mesmo que ele os percebam. No segmento de moda, pode-se afirmar que um tipo de roupa não fica mais de três meses em evidência, apenas pela observação do que se apresenta nas vitrines, na televisão e nas ruas (BELTRÃO, 2011).

Prochnik (2003) destaca controvérsias que existem ao juntar tipos de empresas no mesmo segmento, seja pela falta de dados e de discussão em maior profundidade e alerta para

a diversidade de empresas que compõe a cadeia têxtil e de confecções, que tem cada setor subdividido em outro grande número de áreas. Rech (2006) exemplifica que a Associação Brasileira do Vestuário (Abravest) classifica o setor em 21 segmentos. Os dados mostram que a falta de conhecimento sobre cadeias produtivas como redes de negócios revelam-se oportunidade para aprofundamento do estudo a partir da Engenharia de Produção.

A cadeia produtiva de moda, como rede de empresas, começa pela produção de fibras, sejam naturais ou manufaturadas. A agricultura produz as fibras naturais como o linho, o sisal, a seda, a lã, a juta e o algodão, o mais utilizado na cadeia têxtil (MARIANO, 2011). As fibras de algodão têm outros usos que não apenas na cadeia de moda (Figura 1).

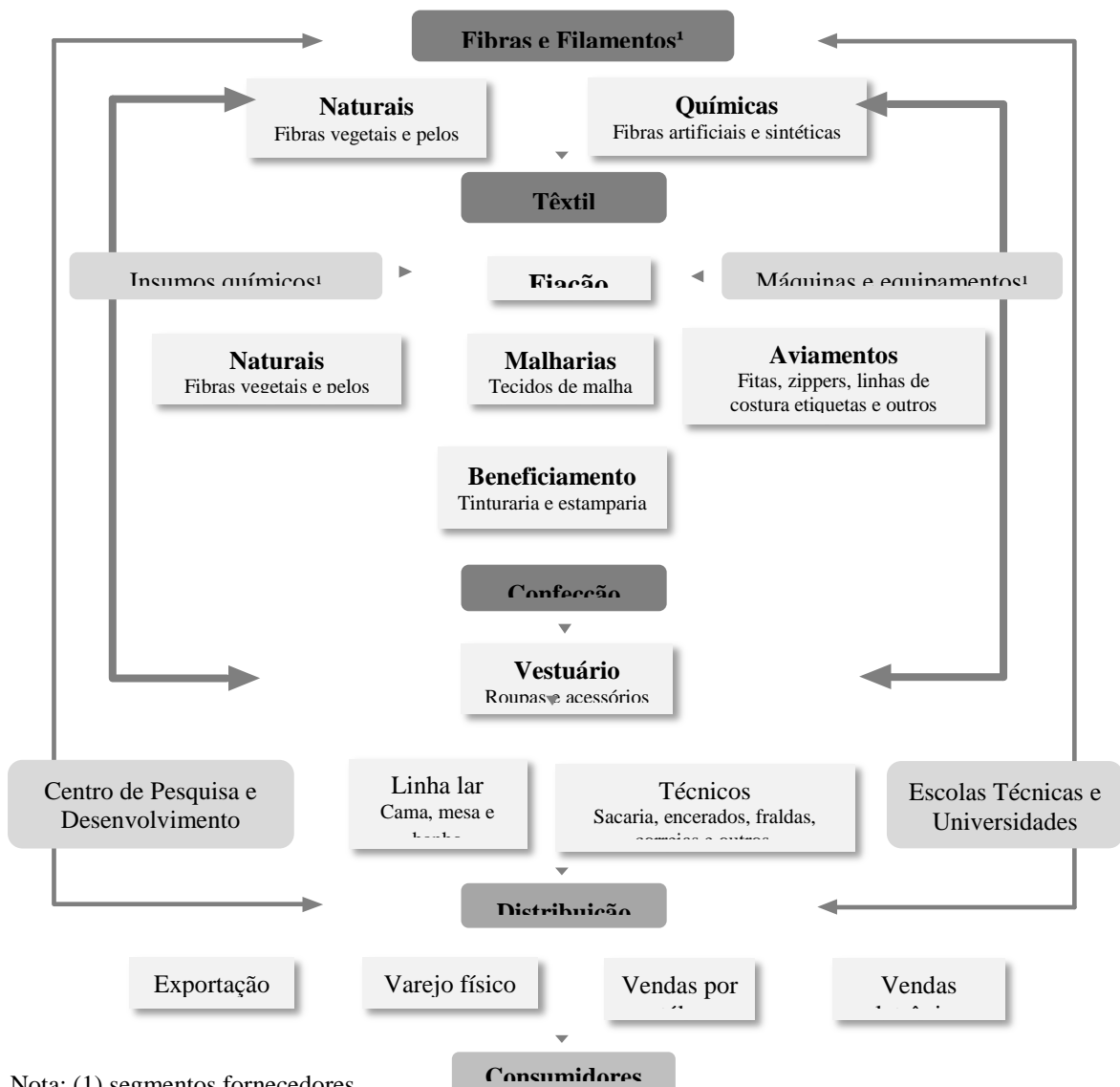


Figura 1 - Estrutura da cadeia produtiva e de distribuição têxtil e confecção

Fonte: a autora.

Integrada pelas indústrias petroquímicas e químicas que fornecem as fibras manufaturadas e junto com o algodão abastecem a fiação, tecelagem, malharia e não tecido, as redes de manufatura de moda são formadas pelas tinturarias, estamparias, empresas de bordados, lavanderias, indústrias de aviamentos, componentes para distribuição e a própria distribuição dos produtos, somando-se ainda as indústrias de máquinas e equipamentos que atendem toda a cadeia (MENDES et al., 2009; MENDES, 2010).

Tanto as fibras naturais quanto as sintéticas passam por processos têxteis de fiação, tecelagem e malharia. Na tecelagem seguem para o processo de transformação composto por acabamento e componentes e daí para a confecção, onde serão criadas as peças de vestuário que seguirão para o mercado, seja para o atacado e varejo, para os representantes comerciais ou para as exportações. A agropecuária é apoiada pela indústria de máquinas agrícolas e indústria têxtil pela indústria de máquinas têxteis e de maquinário e ferramentas (MENDES et al., 2009).

2.2.2 Agronegócio do algodão e manufatura do vestuário no mundo e no Brasil

A agricultura brasileira, vista por um ângulo político e econômico, é bastante complexa, reúne muitos atores, dos quais apenas 8% responde por 85% da produção nacional, 19% é responsável por outros 11% do total produzido e a maioria, soma 73% de pequenos e microestabelecimentos que produzem cerca de 4% da produção nacional. Observa-se que o grande agronegócio está nas mãos de poucos empresários. A massa de 73% de pequenos agricultores precisa de políticas públicas para se desenvolver, pois é onde está a maior parte da pobreza rural (BRASIL, 2010a). O cultivo feito em pequenas áreas é feito por meio da agricultura familiar⁵, termo existente desde a década de 1990 (BRASIL, 2010c) e institucionalizado no País com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) e, mais recentemente, na Lei nº. 11.326/2006, que delimitou os produtores considerados familiares⁶. Ressalva-se que o foco da tese não é a questão política engendrada

⁵ Esclarece-se aqui, que o termo agricultura familiar tem uma história longa de utilização nos Estados Unidos e na Europa, porém, neste trabalho está sendo apenas citado para contextualização e sobre o qual não se pretende discutir e nem tergiversar. Uma breve noção do histórico pode-se obter com a leitura dos Capítulos 6 e 7, das referências BRASIL, 2010c e 2010d.

⁶ A Lei nº. 11.326/2006 considera familiar a propriedade com até dois assalariados permanentes e eventual ajuda de trabalhadores temporários e determina que a mão de obra, a renda e a direção devem ser predominantemente da própria família (BRASIL, 2010d).

na complexidade do agronegócio mundialmente, envolvendo países desenvolvidos, em desenvolvimento e de extrema pobreza.

Na análise de Silveira (BRASIL, 2010b), a inovação na agricultura é baseada tanto na emergência de um sistema de empresas inovadoras voltadas ao agronegócio, quanto em políticas agrícolas para a modernização do setor, com crédito e redes de instituições de pesquisa ligadas à *Food and Agriculture Organization* (FAO, em português, Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação), coordenada pelo *Consultive Group of International Agricultural Research* (CGIAR).

O agronegócio, do inglês *agribusiness*, é formado pelas operações de produção, armazenamento, processamento e distribuição de produtos agrícolas. As projeções do governo brasileiro para a atividade, para os próximos dez anos são otimistas, garantindo o abastecimento integral dos brasileiros e excedentes exportáveis para cerca de 200 países. A balança comercial do agronegócio gera mais de US\$ 100 bilhões a cada ano. Para 2013/2014 a produção esperada deve ficar entre 188,0 e 204,6 milhões de toneladas (BRASIL, 2011a).

Entre as culturas mais importantes está o plantio das fibras de algodão que todos os anos atinge uma média de 35 milhões de hectares plantados mundialmente. Desde a década de 50 o aumento médio anual da demanda tem chegado a 2%. O movimento médio anual é de cerca de US\$ 12 bilhões e envolve mais de 350 milhões de pessoas. Os principais produtores são China, Índia, Estados Unidos, Paquistão e Brasil, entre 60 países nos cinco continentes. No Brasil, o volume médio chega a 1,7 milhão de toneladas de pluma, sendo o terceiro país exportador, o primeiro em produtividade e o quinto maior consumidor, com quase um milhão toneladas/ano (ABRAPA, 2014).

Atualmente, o algodão é uma das fibras naturais disponíveis no mercado e integra também os processos das fibras químicas e artificiais fabricadas em processo industrial, principalmente o poliéster. A participação de mercado do algodão, que era de mais de 70% nos anos 1950, caiu para menos de 50% no final dos anos 1970. O rendimento da produção da fibra de algodão depende do tipo de planta e da semente e tem a qualidade afetada por condições climáticas, ambiente, do solo, da exposição solar, dos pesticidas e fertilizantes utilizados. Apesar disso, o algodão continua tendo preços competitivos em relação a outras fibras artificiais e sintéticas e seu uso é corrente em diversos artigos (EMBRAPA ALGODÃO, 2008 e 2014). A Tabela 1 apresenta as principais vantagens e desvantagens das fibras do algodão na cadeia têxtil.

Tabela 1 - Vantagens e desvantagens das fibras de algodão

Vantagens	Dificuldades
Conforto de utilização	Contaminação introduzida durante as colheitas
Aparência natural	Descaroçamento
Absorção de umidade	Manipulação na quantidade e qualidade da produção
Recurso renovável	Variabilidade de preços
Importância econômica do algodão em muitos países produtores	Dificuldade de adaptação aos modernos equipamentos de fiação em uniformidade e outros parâmetros de qualidade

Fonte: ICAC (2014).

Segundo Abrapa (2013), o País apresenta a concentração da produção em três estados: Mato Grosso, Bahia e Goiás, que em 2013 responderam por 88,7% do produto nacional. Como oportunidade de negócio, pode-se apresentar a produção de 1,35 milhão de toneladas em 2012/2013, que projeta-se para 2,53 milhões de toneladas em 2022/2023 para o algodão em pluma. A expansão corresponde a uma taxa de crescimento anual menor que 1,0% nos próximos dez anos, chegando a 915 mil toneladas consumidas em 2022/2023. As exportações têm previsão de grande expansão, de 58,7% entre 2013 e 2023 (BRASIL, 2011b).

Na visão da Abrapa, desde seu surgimento os ganhos de produtividade do setor foram significativos (safra 98/99) para a mesma área plantada, o que colocou o País no caminho da preservação e da sustentabilidade (ABRAPA, 2013b).

O segundo elo da cadeia produtiva de manufatura de vestuário a ser estudado no trabalho é o setor de confecções, cuja participação brasileira na produção mundial passou a figurar, em 2011, como o quinto do *ranking* na produção de têxteis, sendo o único grande *player* não asiático do setor, desde 2009, e participa com 3,07% do mercado global. Na produção de vestuário, ocupa o quarto no *ranking* mundial, com 2,90% da produção mundial (ABIT, 2012; MARIANO, 2011).

Segundo a Associação Brasileira do Varejo Têxtil (ABVTEX, 2013), o valor das vendas industriais dos segmentos têxtil e de confecções foi de R\$ 46,5 bilhões, em 2012, utilizando 80% da capacidade instalada, pleno aumento de empregos e evolução de faturamento. A preocupação da entidade e do varejo como um todo se concentra nos baixos índices de inovação e treinamento para formação e retenção de talentos, o que afetaria o atendimento da demanda.

O investimento anual no setor subiu de US\$ 883 milhões em 2006, para US\$ 1,5 bi em 2010, totalizando US\$ 4,6 bilhões no período utilizados na modernização e aumento da produção, valor que chegou a R\$ 2,5 bi em 2011. O número de empresas de confecção, no

mesmo período, subiu de 26 para 31 mil. Os artigos confeccionados, que atingiam 7,9 bilhões de peças, chegaram a 9,8 bilhões no mesmo período. A produtividade média para os têxteis básicos subiu de 5,9 para 6,6 toneladas por funcionário ao ano, 12% de aumento no período, e para os artigos confeccionados de 6,6 para 7,4 mil peças por funcionário, configurando um acréscimo de 11% no período (MARIANO, 2011).

O setor gera 1,7 milhões de empregos diretos, número que atinge oito milhões quando somado aos trabalhadores indiretos, 16,4% do total, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação. Em 2011, o faturamento do setor atingiu US\$ 60,5 bilhões, devido ao mercado interno que absorveu 92% da produção nacional, representa 3,5% do PIB nacional e 5,5% do PIB da indústria de transformação, com crescimento de mais de 10% ante 2010 (ABIT, 2012; BRASIL, 2012).

O setor congrega uma das maiores semanas de moda mundiais, época em que circulam pelo menos 130 jornalistas do mundo todo para cobrir os eventos. Existem mais de 100 escolas e faculdades de moda no País, que representa a última cadeia têxtil completa do Ocidente, que produz desde as fibras de algodão até os desfiles de moda, passando pelas fiações, tecelagens, beneficiadoras, confecções e varejo (ABIT, 2012).

Desde a abertura comercial brasileira aos produtos importados nos anos 1990, o setor têxtil e de confecções passou por transformações importantes, renovando seu parque industrial para concorrer com produtos estrangeiros ofertados a custo mais baixo no País (ABIT, 2012).

2.3 Inovação e sustentabilidade

Outro termo que não é unânime na literatura, inovação possui várias definições. Para o estudo, as atividades inovativas são tratadas como representativas dos esforços da empresa voltados para a melhoria do seu acervo tecnológico e, consequentemente, para o desenvolvimento e implantação de produtos (bens ou serviços) ou processos novos ou significativamente aprimorados (BRASIL, 2014b; OCDE, 2005). Trata-se de introduzir com êxito no mercado produtos, serviços, processos, métodos e sistemas que não existiam anteriormente, ou que contenham alguma característica nova e diferente da até então em vigor, podendo resultar de novos desenvolvimentos, de novas combinações de tecnologias existentes ou da utilização de outros conhecimentos adquiridos pela empresa (SIMANTOB,

2003). A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) define inovação como implementar produtos e serviços ou processos novos ou melhorados, incluindo métodos de marketing, organizacionais, forma de trabalho ou relacionamento externo (OCDE, 2005).

Dentre as principais atividades que compõem a inovação, a pesquisa e desenvolvimento (P&D) inclui o trabalho criativo feito de forma sistemática para aumentar o acervo de conhecimento e usá-los no desenvolvimento de novas aplicações, seja em produtos ou processos melhor acabados e substancialmente aprimorados (BRASIL, 2014b; OCDE, 2005). A inovação faz parte da inteligência de acompanhamento do mercado em muitas empresas, que a praticam seguidamente e proporcionam constantes mudanças em seus produtos e processos, enquanto para outras, trata-se de uma atividade específica para a criação de um produto. Ambas são empresas inovadoras, que apresentam mudança significativa ou pequenas mudanças incrementais (OCDE, 2005).

Os termos de designação mudam um pouco, mas no geral, as inovações são de quatro tipos: de produtos e serviços, de processos, de negócios e de gestão (SIMANTOB, 2003). O Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) utiliza praticamente o mesmo conceito da OCDE (2005), trocando negócios e gestão por organizacional e *marketing*. Costa e Rocha (2009) esclarecem que a inovação precisa introduzir mudança significativa seja no produto, no processo, na maneira de negociar ou gerenciar a empresa.

As atividade inovativas se constituem de outras fases e processos que incluem, entre outros: aquisição externa de P&D; aquisição conhecimentos externos, exclusive *software* (patentes, invenções não patenteadas, licenças, *know-how*, marcas registradas, serviços de consultoria, transferência de tecnologia); aquisição de *software*, de máquinas e equipamentos; treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos inovadores; atividades de comercialização ligadas ao lançamento de um produto novo ou aperfeiçoado, porém exclui a construção de redes de distribuição de mercado para as inovações (COSTA e ROCHA, 2009; OCDE, 2005). As mudanças estéticas apenas relacionadas ao projeto industrial não são consideradas inovações.

Na última pesquisa CNI/ABIT (2012) sobre o tema, as empresas que fizeram inovações incrementais, apesar do baixo grau de novidade, obtiveram retorno relevante, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Percentual de empresas que implementaram inovações tecnológicas com impactos de alta e média relevância (2003 – 2005)

Impacto	Indústria de transformação	Fabricação de produtos têxteis	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
Melhoria da qualidade dos produtos	69	63	68
Ampliação da gama de produtos	42	41	27
Manutenção da participação no mercado	68	70	58
Ampliação da participação no mercado	60	62	53
Abertura de novos mercados	28	26	17
Aumento da capacidade produtiva	58	49	62
Aumento da flexibilidade da produção	48	47	52
Redução dos custos de produção	40	31	39
Redução dos custos do trabalho	38	31	38
Redução do consumo de matéria-prima	20	13	26
Redução do consumo de energia	16	17	13
Redução do consumo de água	7	7	1
Redução do impacto ambiental	34	35	17
Enquadramento em regulações no mercado interno	29	20	20
Enquadramento em regulações no mercado externo	8	4	2

Fonte: adaptado de Brasil (2009).

Um estudo da CNI/ABIT (2012) feito em 2008 com a quase totalidade das empresas do setor têxtil e de confecções buscou informações sobre inovação e sustentabilidade nas empresas do segmento, com os resultados na Tabela 3, em relação aos impactos ambientais.

Tabela 3 - Resumo dos impactos ambientais

Processo produtivo	Ar	Solo	Água	Ruído	Vibração	Incômodo à população
Fibras naturais	X	X				X
Fibras artificiais/sintéticas	X	X			X	X
Urdimento	X	X				
Engomagem	X	X	X			
Tecimento (tecido)	X	X	X	X	X	X

Tecimento (malha)	X	X		X	X	X
Chamuscagem	X	X	X			
Desengomagem (tecidos planos)	X	X	X			
Purgas/limpeza	X	X	X			
Limpeza a seco	X	X				
Alvejamento	X	X	X			
Mercerização e caustificação	X	X	X			
Efeito “seda”	X		X			
Tingimento	X	X	X			
Estamparia	X	X	X			
Secagem	X					
Compactação e sanfonização	X		X			
Calandragem	X	X		X		
Felpagem	X		X	X	X	X
Navalhagem	X	X		X	X	
Esmerilhagem	X	X				X
Amaciamento	X	X	X			
Repelência água/óleo		X	X			
Acabamento antirruga		X	X			
Encorpamento		X	X			
Acabamento antichama		X	X			
Gerador de vapor (caldeira)	X	X	X	X		X
Trocador de calor com fluido térmico	X	X				
Compressores de ar	X	X	X	X		X
Armazenamento de GLP	X					
Sistema de climatização	X	X	X	X		X
Cozinha de cores ou química	X	X	X			
Estação de tratamento de água – ETA	X	X	X			
Sist. Tratamento Águas Residuais – STAR	X	X	X	X		X
Armazenamento de produtos perigosos	X	X	X			
Atividades administrativas	X	X	X			

Fonte: Bastian e Rocco (2009).

Pode-se observar que a maioria dos processos da indústria têxtil envolve muita poluição (ar, solo, água, ruído, vibração e incômodo à população) e pouca sustentabilidade, sendo altamente prejudicial e que precisa de ações coordenadas e atenção urgente de todos os envolvidos para amenizar os impactos ambientais.

Quanto à inovação para a sustentabilidade, o mesmo estudo mostrou que as empresas do setor têxtil e de confecções que fizeram maior investimento conseguiram reduzir seus impactos ambientais, que são mostrados na Tabela 4 (CNI/ABIT, 2012).

Tabela 4 – Quantidade de empresas que investiram em inovação e a redução dos impactos ambientais

Enquadramento em regulações e normas-padrão	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	9.616	98	264
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1038	29	102
Fabricação de produtos têxteis	128	110	440
Melhoria da qualidade dos produtos	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	20.753	152	164
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	2.590	75	92
Fabricação de produtos têxteis	454	545	447
Aumento da capacidade produtiva	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	15.985	9.721	12.102
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1.863	1.645	1.911
Fabricação de produtos têxteis	596	208	461
Redução dos custos de produção	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	8.675	9.761	19.371
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	972	1.266	3.181
Fabricação de produtos têxteis	260	382	623
Redução do consumo de energia	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	3.936	5.152	28.720
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	501	523	4.395
Fabricação de produtos têxteis	63	204	999
Redução do consumo de água	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	1.872	2.744	33.192
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	157	209	5.053
Fabricação de produtos têxteis	59	90	1.117
Redução do impacto ambiental	Alta	Média	Baixa e não relevante
Indústrias de transformação	7.517	18	253
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	665	1	4
Fabricação de produtos têxteis	143	183	1.447

Fonte: CNI/ABIT (2012).

Os resultados da pesquisa, realizada com a quase totalidade das empresas do segmento em 2008, mostraram que as mais inovativas investiram mais recursos no quesito, tinham mais funcionários e tinham maior consciência sobre o tema. Um dos pontos de destaque é que as maiores empresas são as que mais investem em inovações e têm os funcionários melhor capacitados para lidar com as questões. Quanto maior o investimento e o nível de estudo dos funcionários, maior o número de inovações que eles foram capazes de implantar. A mesma pesquisa revelou que quando a empresa é apoiada por outros institutos e órgãos mais capacitada ela fica para implantar inovações (CNI/ABIT, 2012).

O trabalho de Sorescu et al. (2011) aponta a criação de valor por meio de inovações que podem ocorrer em qualquer ponto da indústria da manufatura de moda no modelo de negócios que aumente a criação de valor por meio da vantagem sustentável.

Um exemplo vindo da Espanha mostra que inovação é uma atitude, uma cultura adotada pelas empresas e deve ser levado em consideração que é um comportamento de longo prazo que troca as políticas de competência baseadas no produto ou no preço, passando a adotar as competências baseadas em fatores intangíveis como a inovação. É o caso dos artigos técnicos têxteis, para os quais inovar é um fator essencial na solução de diferentes problemas dos clientes (DOMENE, 2013).

O projeto *Agrupació d'Empreses Innovadores Tèxtils* (Grupo de Empresas Têxteis Inovadoras), desenvolvido na Espanha, desde 2010, fortalece pequenas e micro empresas do setor têxtil desenvolvendo seu potencial inovador e a competitividade do segmento. Por meio de um informe, *Innovación textil y textiles de uso técnico*, Domene (2014) esclarece aos empresários possibilidades de inovação tecnológica nos produtos da indústria textil, que poderiam passar a produzir artigos técnicos têxteis. A necessidade surgiu pela evolução generalizada de materiais e crises constantes em todos os ramos industriais da cadeia têxtil na Espanha. A produção de outros tipos de artigos pode valorizar e acrescentar rentabilidade às empresas e representar inovações importantes para o setor.

A sustentabilidade é situada por aspectos econômicos, ambientais e sociais em um país ou empresa, interagindo de forma holística, para que mantenham os três pilares que muito importam à sociedade contemporânea. Se antes, as empresas apenas visavam o lucro, uma empresa sustentável precisa se preocupar com toda a cadeia de produção, antes e depois de seu produto pronto, com o ambiente em que transita e com as pessoas que afeta, seja internamente, com seus funcionários, como com seus clientes, parceiros e fornecedores.

Obviamente não se trata de uma preocupação que surgiu de empresas simplesmente preocupadas com pessoas e com o meio ambiente, mas com a falta de matéria-prima que pudesse ser ocasionada pelo uso excessivo dela, sem a constante reposição, bem como com a falta de clientes para consumir seus produtos, o que poderia contribuir para a destruição do planeta. O *Triple Bottom Line* foi popularizado como os 3Ps – *People, Planet and Profit* (pessoas, planeta e lucro) (ELKINGTON, 1997).

Os pontos devem ser analisados sob os aspectos políticos e culturais. A sustentabilidade tem sido assunto que preocupa todos os segmentos da sociedade, seja governo, academia,

empresas e cidadãos em geral. Não se deve tratar de nenhum tipo de negócio sem considerar a sustentabilidade dele, como por exemplo, o que fazer para diminuir rejeitos, evitar ou diminuir o consumo de água, energia e de recursos não renováveis em geral, reciclar resíduos, substituir insumos por recursos renováveis, logística reversa entre outras possibilidades (*COTTON FARM AND FIBER REPORT*, 2011; FORGIARINI, 2006; GRI, 2010; WCED, 1987).

A revisão da literatura de Bacha et al. (2010) mostrou que existem vários enfoques para as dimensões da sustentabilidade: social, ambiental, econômica, geográfica e cultural; sociocultural, técnico-agronômica, econômica, ecológica e político-institucional; aspectos econômicos, sociológicos, ecológicos, geográficos e tecnológicos; econômica, social, ambiental, política, cultural e institucional e multidimensional: justiça social, viabilidade econômica, sustentabilidade ambiental, democracia, solidariedade e ética.

Por sustentabilidade corporativa Bacha et al. (2010) mostram que os três pontos do TBL precisam envolver as questões econômico-financeiras, contempladas, respectivamente, por meio das vertentes da responsabilidade social empresarial ou corporativa (RSE) e da ecoeficiência. Os autores esclarecem que a RSE, conhecida como cidadania empresarial, é entendida como compromisso contínuo da empresa com o seu comportamento ético e seu desenvolvimento econômico, promovendo a qualidade de vida da sociedade como um todo. A ecoeficiência é alcançada pelo fornecimento de bens e serviços à comunidade, a preços competitivos e que satisfaçam suas necessidades, trazendo qualidade de vida e reduzindo progressivamente os impactos ambientais e o consumo de recursos ao longo da vida, respeitando a capacidade de suporte estimada da terra (BACHA et al., 2010).

2.3.1 Utilização de produtos alternativos na indústria têxtil

Na cadeia de moda, a busca por novos produtos ou procedimentos que respondam à necessidade de sustentabilidade no setor é constante, os chamados eco-têxteis que são classificados em três grupos: têxteis biodegradáveis; têxteis que causam menor impacto ambiental e/ou menor consumo de energia e têxteis que consomem menor quantidade de elementos químicos no processo de produção (WILSON, 2008).

A nanotecnologia cria tecidos com *microchips* diversos que podem melhorar o bem-estar do consumidor e fibras que absorvem medicamentos pela pele, por exemplo. Os nanomateriais podem ser utilizados para a criação de tecidos antimicrobiais, à prova d'água, resistentes a sujeiras e manchas, autolimpantes, entre outros. A utilização de matérias-primas orgânicas que não poluem o meio ambiente e facilitam a reciclagem é uma tendência no setor. As pesquisas podem facilitar a criação de produtos com maior durabilidade dos materiais, o que diminui o impacto de seu descarte no meio ambiente (MARIANO, 2011).

Khatri et al. (2013) conseguiu reduzir corantes com o uso de nanofibras em têxteis e possíveis aplicações no vestuário, que por terem maior facilidade de deixar o ar passar pelas fibras, poderão ser considerados como material para o futuro de roupas cirúrgicas, vestidos, artigos institucionais e moda casual. Outro caso é a fibra elaborada à base de milho, que apareceu em 2003, é sintética e derivada do polímero PLA (*Polylactic Acid*), originado 100% de recursos renováveis e promovida como uma alternativa às fibras produzidas a partir de produtos derivados de petróleo (GARCIA, 2009).

Existem pesquisas de utilização de bambu e de soja para a fabricação de fibras têxteis naturais. A fibra de bambu é 100% biodegradável, regenerativa e tem rápido crescimento, sendo produzida sem nenhum tipo de química como herbicidas e pesticidas. As propriedades encontradas podem ser aproveitadas para novos materiais de fácil lavagem, hipoalergênicos e desodorizantes naturais, regulando a temperatura do corpo e resistentes a micróbios e à umidade (WILSON, 2008).

As inovações em compostos químicos menos poluentes apoiam a indústria têxtil e de confecções e contribuem para melhorar a qualidade do produto final (ALMEIDA, 2011). Os corantes sintéticos estão entre os contaminantes orgânicos mais perigosos lançados pela indústria em geral e pelo segmento têxtil (MONASH e PUGAZHENTHI, 2009), ultrapassando o número de 100 mil tipos disponíveis comercialmente, com mais de 0,7 milhão de toneladas produzidos anualmente. Cerca de 15 % dos corantes são perdidos como efluentes e vão diretamente para o meio ambiente (ATMANI et al., 2009; ROBINSON et al., 2001). Os corantes, cuja maioria são compostos tóxicos e cancerígenos, representam uma séria ameaça para a saúde humana e ambiental (CALVETE et al., 2010; ZHONG et al., 2011).

Os recursos renováveis resultantes dos subprodutos a partir da utilização da palha de culturas do milho, do trigo, do arroz, da soja, do sorgo e do açúcar são estimados em cerca de dois milhões de toneladas, anualmente (HUDA et al., 2007). A casca de arroz, bagaço de

cana, resíduos de algodão, palha de trigo, sabugo de milho, casca de cevada, casca de laranja, medula de banana, casca de alho, folha de nim em pó, resíduos de chá, casca de eucalipto e outros compostos já foram estudados para serem utilizados para a remoção de corantes por efluentes aquosos, no entanto, as pesquisas não são suficientes. A eficácia da biomassa de casca de arroz para remover os corantes diretos de solução aquosa já foi comprovada. O sagu de tapioca utilizado como cossustrato mostrou-se eficiente para despoluir as águas residuais do tingimento das fibras. As folhas de pinheiro podem ser usadas para a eliminação de *Acid Yellow 220* (AY 220), um dos mais poluentes corantes da cadeia têxtil e de confecções (COSTA et al., 2013; DENIZ e KARAMAN, 2011; SAFA e BHATTI, 2011; SENTHILKUMAR et al., 2011; SHARMA et al., 2011).

A utilização da água é outro foco de não sustentabilidade no setor, pelo uso abundante na maioria das etapas dos processos. Tabrizi et al. (2011) apontam algumas formas de oxidação avançada (ozônio, fotoquímica e catalítica foto-oxidação) como técnicas utilizadas para o tratamento das águas residuais têxteis. Apesar dos estudos avançarem, as inovações químicas pouco reverteram em melhorias ambientais (BELTRÃO, 2011; MARKS e SPENCER, 2007).

Após a produção do algodão, outra etapa da manufatura é o beneficiamento do fio, que consiste em vários processos para transformar as matérias-primas têxteis do estado cru em artigos brancos, tingidos, estampados e acabados. As fibras têxteis naturais, como é o caso do algodão, passam pela fiação, tecelagem e acabamento. Alguns processos da etapa recebem muitos produtos químicos e utilizam muita água (FORGIARINI, 2006). A autora chama a atenção para a variedade de composição dos efluentes nos diversos processos do setor.

Segundo Bastian e Rocco (2009), autores do Guia P+L (Produção Mais Limpa) do setor têxtil, as restrições crescentes impostas por governos e mercados induzirão os setores industriais a reduzir cada vez mais seus consumos de insumos e a geração de poluentes. O guia analisa detalhadamente os impactos ambientais como a geração de efluentes e cor; odor do óleo de encimagem; geração de resíduos; ruído e vibração. Para contribuir com a criação de uma cultura de medição de índices para a sustentabilidade, o manual apresenta os principais indicadores ambientais a serem medidos e acompanhados pelas empresas do setor, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Indicadores ambientais para o setor têxtil

Indicador ambiental	Unidade/mo de medição
Consumo de água	m ³ /produto produzido
Reutilização de água	Porcentagem
Consumo total de energia	kWh/produto produzido
Carga orgânica específica/vazão específica estamparia (despejo bruto), desengomagem, tingimento, estamparia, alvejamento e mercerização	kg DB05,20 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

Fonte: Bastian e Rocco (2009).

O Programa Brasileiro de Autorregulamentação de Roupas Profissionais, Militares, Escolares e Vestimentas que certifica empresas de confecção que seguem normas e padrões de qualidade com responsabilidade socioambiental por meio do SeloQual. A conformidade com o programa ainda rege questões de responsabilidade social como não utilização de mão de obra informal, atendimento de normas ambientais, não descarte de resíduos que poluam ao meio ambiente (ABIT, 2014). De maneira geral, a P+L contribui para a competitividade e reforço da imagem de responsabilidade empresarial (ABIT, 2012).

2.3.2 Regulações econômicas e socioambientais que afetam o setor

Em nível mundial e nacionalmente, o setor têxtil tem se adequadado às normas, regulamentos técnicos e medidas voluntárias ou compulsórias, como certificações socioambientais, estudos de impactos, marcos regulatórios e outras iniciativas que convergiram para atender as preocupações das organizações com o meio ambiente e com a saúde humana, evoluindo para importantes instrumentos de mercado, focados no aumento da participação e na manutenção das indústrias que cumprem os requisitos exigidos (INMETRO, 2011; CNI/ABIT, 2012).

A Organização Mundial do Comércio (OMC), entre 1973 e 1979, conseguiu estabelecer o acordo *Standards Code* durante a Rodada Tóquio, a partir do qual foi gerado o Acordo sobre Barreiras Técnicas ao Comércio (*TBT Agreement*), reformulado e incorporado pela entidade (OMC) a partir de 1995. O Acordo TBT exige que os países integrantes tenham centros para apoiar as empresas que atuam no comércio internacional, para fornecer informações para adequação às exigências técnicas dos países destinatários de seus produtos (INMETRO, 2011; CNI/ABIT, 2012).

No âmbito nacional, desde 2002, quem cumpre esta exigência é o Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), atuando em atividades de apoio aos exportadores brasileiros por meio dos Pontos Focais. Para acompanhar o andamento do TBT, a OMC implantou um Comitê de Barreiras Técnicas ao Comércio, que abrange um contexto mais amplo de políticas de meio ambiente que poderiam causar maior impacto ao comércio internacional. Fora do escopo da OMC foram criados cerca de outros 200 acordos referentes às questões ambientais, os Acordos Multilaterais sobre Meio Ambiente (Amumas) (INMETRO, 2011; CNI/ABIT, 2012).

O setor têxtil e de confecções possui diversas gestões junto à OMC para consultas de notificações sobre regulamentação técnica e exigências de outros países. O cuidado ambiental aumentou as demandas sobre o tópico em todos os setores. Para seguir as orientações sugeridas, os empresários do segmento têm discutido e atuado para sensibilizar o governo e seus órgãos de interesse com o fim de normalizar e regular o setor e manter a isonomia competitiva com os produtos estrangeiros que chegam ao País (INMETRO, 2011; CNI/ABIT, 2012).

No nível da União Europeia, o Regulamento nº. 1907/2006 do Parlamento Europeu e do Conselho (Reach) aprovado em 18 de dezembro de 2006 e em vigor desde 1º de junho de 2007, é uma normativa com o objetivo de elevar e garantir o nível de proteção da saúde humana e do ambiente, pela qual obriga-se ao registro de todas as substâncias químicas comercializadas dentro de seu território (CNI/ABIT, 2012; EUROPA, 2011; INMETRO, 2011).

A legislação apresentada leva a responsabilidade de controlar os riscos associados às substâncias químicas ou misturas diretamente à indústria. Cabe aos fabricantes, aos importadores e aos usuários intermediários garantirem que fabricam, comercializam ou utilizam somente substâncias que não afetam negativamente o meio ambiente ou o homem. O regulamento aumentou o conhecimento sobre substâncias químicas, seus riscos associados e a disseminação das informações aos usuários e aos consumidores (CNI/ABIT, 2012; EUROPA, 2011; INMETRO, 2011).

A partir da orientação, as entidades brasileiras envolvidas com o tema passaram a criar e apoiar modificações substanciais na avaliação e na gestão dos riscos das substâncias químicas para os trabalhadores, consumidores e meio ambiente. Para chegar aos resultados exigidos pela Reach, a ABIT, a Associação da Indústria Química (Abiquim) e o Inmetro

trabalham em conjunto para cumprir as exigências e evitar os obstáculos às exportações brasileiras à União Europeia (CNI/ABIT, 2012; INMETRO, 2011).

O País tem uma legislação para produtos orgânicos desde 2011 (ORGÂNICOS, 2011). A indústria têxtil e de confecção nacional está sujeita a sete leis e resoluções federais relacionadas a práticas ambientais, conforme pode-se observar no Tabela 6.

Tabela 6 - Principais instrumentos normativos nacionais com impactos para o setor

Resolução Conama n°. 357/2005	Classificação dos corpos de água; condições e padrões de lançamentos de efluentes Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento e estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
Lei n°. 6.938/1981	Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação Objetiva a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Esta lei define a cadeia têxtil e de confecção como atividade potencialmente poluidora de grau médio e o objetivo é diminuir o impacto ambiental em até 10 anos por meio de investimentos no setor com tecnologia moderna e limpa.
Lei n°. 10.165/2000	Implantação de taxas ligadas à Política Nacional do Meio Ambiente A cadeia têxtil e de confecção é passível de taxa com índice médio de atividade potencialmente poluidora. O sujeito passivo da Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental (TCFA) é obrigado a entregar, até o dia 31 de março de cada ano, relatório das atividades exercidas no ano anterior, para o fim de colaborar com os procedimentos de controle e fiscalização. “O descumprimento da providência sujeita o infrator a multa equivalente a vinte por cento da TCFA devida, sem prejuízo da exigência desta”.
Resolução Conama n°. 313/2002	Destino de resíduos sólidos industriais Esta resolução disciplina a reciclagem e apresenta perspectiva muito positiva para o destino correto do lodo. Existem projetos práticos nesse sentido, bem como para os retalhos têxteis provenientes da confecção.
Lei n°. 9.984/2000	Política Nacional dos Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento Representa o início das atividades da Agência Nacional de Águas (ANA), autarquia federal vinculada ao Ministério do Meio Ambiente (MMA) e responsável pela implementação da gestão dos recursos hídricos brasileiros e das consequências diretas para a cadeia têxtil e de confecções, como por exemplo, a busca de indicadores do consumo da água nos diversos elos de produção do setor, bem como a sinalização para constante reavaliação dos mesmos, visando à redução e ao reúso dos recursos hídricos.
Lei n°. 4.771/1965	Código Florestal Discutida no Congresso Nacional por muitos anos, o novo Código Florestal afeta o setor têxtil e de confecção, principalmente em relação ao possível abastecimento de lenha e à localização de novas empresas em função da presença de cursos de água. O novo código foi aprovado em abril 2014 e publicado em maio. A indústria têxtil foi responsável em 2010 pelo consumo de 300 mil toneladas de lenha. A lenha obtida de florestas plantadas e certificadas é considerada uma importante fonte de energia para alimentação de caldeiras e representa 7% do consumo de fontes energéticas para o setor têxtil (EPE, 2010).
Resolução Conama n°. 237/1997	Licenciamento ambiental incorporado aos instrumentos de gestão ambiental Entre as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental que afetam direta ou indiretamente a cadeia têxtil estão: <ul style="list-style-type: none"> • Indústria química – fabricação de resinas e de fibras e fios artificiais e sintéticos. • Indústria têxtil, de vestuário e artefatos de tecidos – beneficiamento de fibras têxteis vegetais, de origem animal e sintético, fabricação e acabamento de fios e tecidos; tingimento e estamparia.

Fonte: adaptado de CNI/ABIT (2012) e INMETRO (2011).

Continuando no âmbito nacional, o setor têxtil e de confecções tem gerenciado junto ao governo, por meio das entidades representativas uma pauta de itens que exigem atenção, como legislações tributárias e trabalhistas que precisam ser atualizadas e ambiental, com foco no licenciamento e restrições às importações de produtos que não cumprem requisitos exigidos (BRASIL, 2011a).

O governo, por meio do Ministério do setor (BRASIL, 2011a), possui uma agenda estratégica do algodão na qual trabalha em muitos aspectos para regulamentar áreas sensíveis e que afetam o meio ambiente como o uso, registro e qualidade de defensivos agrícolas e os genéricos dos produtos. Entre outras questões inclui a pretensão de incrementar a fiscalização e a ação dos fiscais nos portos e aeroportos, para atuação 24 horas, o que evitaria transtornos às exportações (BRASIL, 2011a). Outros problemas ambientais enfrentados pelo agronegócio do algodão e estão previstos nos controles do governo pelo Programa de Controle do Bicudo do Algodoeiro e Programas de Combate aos Problemas Fitossanitários, que visam a dar andamento às políticas já existentes e implementar ações de resistência a pragas e combate ao mofo branco (BRASIL, 2011b).

A Abrapa busca a sustentabilidade exigida mundialmente junto aos plantadores de algodão. Por meio de um protocolo desenvolvido e praticado pela entidade, uma das propostas é integrar as fazendas nos projetos Algodão Social Responsável (ABR), coordenado pela entidade e desenvolvido pelas associações em seus respectivos estados. No Mato Grosso, a Ampa tem a coparticipação do Instituto do Algodão Social (IAS) (ABRAPA, 2013b, 2013c).

Por tratar-se de uma tendência mundial, a certificação voluntária tem sido adotada em diversos setores produtivos. Para funcionar, a empresa necessita aumentar a eficiência de seus processos, agregando maior valor ao produto e melhorando a competitividade. Para isso, segundo a entidade, implantar os requisitos técnicos de qualidade, segurança, meio ambiente e responsabilidade social prepara o segmento para o mercado global, no qual a eficiência e a qualidade são indispensáveis (ABIT, 2012).

As empresas de confecções podem obter certificação do Programa Selo Qual por meio de entidades acreditadas pelo Inmetro após avaliação de itens específicos, com realização periódica de ensaios em amostras e de sistema de gestão relativos à qualidade, meio ambiente e responsabilidade social (MARIANO, 2011).

As certificações independentes são oferecidas por empresas para produtos têxteis em bruto, intermediários e finais de todas as etapas de processamento, desde a produção de fibras, fiações, tecelagens, malharias para instalações de acabamento e fabricantes de artigos têxteis prontos (vestuário de todo o tipo, têxteis para o lar, roupa de cama, atoalhados, brinquedos têxteis, entre outros) (OEKO-TEX, 2014). Para ser certificada, a empresa deve adotar cinco passos chamados *Sustainable Textile Production* (STeP – Produção Têxtil Sustentável) e se referem às marcas, companhias de varejo e fabricantes da cadeia têxtil que querem comunicar ao público as próprias realizações em matéria de produção sustentável de forma transparente.

A verificação de substâncias nocivas engloba as substâncias legalmente proibidas, as legalmente regulamentadas, os produtos químicos conhecidamente perigosos para a saúde (mas não regulamentados) e os parâmetros para a proteção da saúde. No geral, para a certificação os requisitos vão muito além das leis nacionais (OEKO-TEX, 2014). Os produtos danosos principais são os: formaldeídos; fenóis; metais pesados; ignifugantes; compostos orgânicos; ftalatos; aminas aromáticas cancerígenas e pesticidas. Somam-se a eles, os produtos que estão na lista de restritos da *American Apparel & Footwear Association* (AAFA – Associação Americana de Vestuário e Calçados).

Segundo o INMETRO (2011) e CNI/ABIT (2012), foram encontradas 22 aminas cancerígenas em testes realizados com têxteis, obrigando a ABIT a criar parcerias para descobrir e impedir que tais produtos sejam comercializados no País. As empresas de corantes ligadas à Abiquim se comprometeram, desde 2003, por meio de documento oficial dirigido à associação, a não produzir ou importar corantes azoicos que produzam aminas aromáticas cancerígenas (BASTIAN e ROCCO, 2009).

2.4 Distribuição, logística e simulação

Os últimos anos têm assistido uma ampla organização mundial e apelos pela sustentabilidade ambiental. Os meios de transporte contribuem e muito com a devastação ambiental, seja para construção de uma nova estrada ou ferrovia, seja na poluição das águas do mar e dos rios, e depois que estão em funcionamento colaboram com o alto consumo de combustíveis não renováveis, o que transforma a distribuição, a logística e os transportes em fatores cruciais para qualquer modelo de negócio. O varejo, apesar de ser peça importante na distribuição dos produtos não será foco de estudo da tese. O assunto é complexo e possui

muitas variáveis, sendo que a abordagem conjunta dos três temas ajuda na compreensão do todo.

A distribuição está diretamente ligada à cadeia de suprimentos e dela depende os produtos estarem na hora e no lugar certo e expostos para o público-alvo correto. A gestão da cadeia de fornecedores (*supply chain*) consiste em planificar, organizar, dirigir e controlar adequadamente o fluxo de materiais/serviços entre todos os atores de uma rede de fornecedores, utilizando informações adequadas para adotar as melhores decisões e maximizar o valor percebido e entregue ao cliente com o mínimo custo global, proporcionando um retorno adequado a todos os atores da rede (CHOPRA e MEINDL, 2007).

A definição de logística formulada em 1986 pelo *Council of Logistics Management* (CLM- Conselho de Gerenciamento da Logística) tem sido utilizada pelos autores: um processo eficiente de planejamento, implementação e controle do fluxo de custos, do estoque, dos produtos e da informação relacionada desde o ponto de origem ao ponto de consumo, a fim de se adequar aos requisitos do consumidor (LAMBERT e STOCK, 1992).

Se antigamente, os canais de distribuição eram responsáveis pelo fluxo de bens econômicos e serviços, cuja maior preocupação era reduzir custos e maximizar a eficiência, atualmente estão inseridos nos planos estratégicos integrados e de longo prazo das empresas. A função adquiriu maior importância após mudanças constantes nas formas de vender que incluem as vendas pela Internet (*on-line*) e por representar um dos maiores custos no preço final dos produtos (KOTLER e KELLER, 2006). Como países inseridos no mundo globalizado, os produtos que saem do País a caminho do exterior passam pelo mesmo processo.

As decisões sobre a logística a ser adotada pela empresa implicará na escolha do tipo de transporte. Para isso, importa saber as características do cliente, da empresa, do produto e ambientais, tanto do ponto de partida como do ponto de chegada. Em seu estudo, Bravo (2000) apresentou minuciosamente as decisões envolvidas na escolha dos modais de transportes, entre rodoviário, marítimo, fluvial, dutoviário, aéreo ou ferroviário e as possibilidades de integração no local de destino. A decisão envolve tempo, tipos de serviços que a empresa necessita e custos.

Apesar do trabalho já ter sido proposto para a União Europeia em 2000, mostra-se atual para a realidade brasileira. Segundo Bravo (2000), àquela época se apresentava as hidrovias como uma real possibilidade competitiva e importância econômica, faltando para ser mesmo

uma alternativa aos transportes rodoviários a consolidação das linhas de cabotagem e do transporte marítimo, com o desenvolvimento da utilização de multimodais para o transporte. A autora chamava a atenção para as questões ambientais, uma vez que as hidrovias são menos poluentes e para as regulamentações necessárias, por causa da consolidação do uso de contêineres e a inviabilidade do uso de rodovias, pela poluição e congestionamentos. Como exemplo, de acordo com projeções feitas pela Associação Brasileira de Terminais de Contêineres de Uso Público (BRASIL, 2014a), a movimentação de contêineres no País duplicará até 2021.

Curwen et al. (2013) observaram que casos sobre sustentabilidade agregados à cadeia de fornecimento pouco têm sido estudados e escolheram uma empresa para apontar os aspectos que tidos como desafios: criatividade e inovação em *design* para aumentar o valor percebido do produto; tempo e recursos otimizados; melhorar os relacionamentos com os fornecedores e redução de custos, fator fundamental para a sustentabilidade do negócio.

Hassini et al. (2012) esclarecem que definir a gestão sustentável de forma unificada de uma cadeia de suprimentos engloba gerir as operações de suprimentos, recursos e informações, para maximizar a rentabilidade da cadeia e, ao mesmo tempo, diminuir ao máximo os impactos ambientais e aumentar o bem-estar social (funcionários, clientes e comunidade em geral).

As empresas que praticam a gestão sustentável da cadeia de suprimentos devem satisfazer múltiplos e, eventualmente, contraditórios objetivos: maximizar lucros, reduzir custos de operações, minimizar os impactos ambientais e maximizar o bem-estar social, o que pode aumentar seus custos operacionais.

Um trabalho que apresenta dados sobre a sustentabilidade da cadeia têxtil por meio da indústria química analisa o produto e a responsabilidade social na rede de produção (MORABITO e PUREZA, 2010). As vantagens competitivas trazem maior dinamismo à competitividade ao suplantarem algo anterior, com uma inovação que agrega novos valores aos produtos e investimentos em *marketing* e outras fontes geradoras de valor indicam a capacidade e rapidez da empresa em agir estrategicamente (PORTER, 1993).

A gestão das cadeias de suprimentos representadas pela distribuição dos produtos tem adquirido importância nos últimos dez anos. As produções se espalham mundialmente e praticamente não existem países a produzir toda a cadeia num único lugar. O Brasil é um dos

últimos países a ter todas as atividades da têxtil e de confecções executadas no mesmo local (GARCIA, 2009).

A distribuição dos produtos da manufatura do vestuário de moda é realizada de maneira formal e informal. A partir de 116 entrevistas com especialistas de empresas integrantes de cadeias de abastecimento multinacionais da Europa, Rexhausen et al. (2012) caracterizaram a distribuição como vantagem competitiva.

A competitividade no setor de manufatura de vestuário de moda diz respeito às questões do *marketing*, ou atividades de promoção, comercialização e distribuição de produtos. O fortalecimento de marcas tem sido alvo tanto da propaganda como dos canais de comercialização e distribuição dos produtos, razão pela qual a atenção das empresas se volta para a integração das cadeias de *supply chain management* mundialmente, com toda a cadeia da moda, desde o agronegócio, a produção do fio, até a chegada do produto ao consumidor (PROCHNIK, 2003).

A distribuição e o varejo são pontos fundamentais para a formulação das estratégias e dos modelos de negócios de manufatura de moda (SORESCU et al., 2011). Os varejistas aproveitam a oportunidade do tema sustentabilidade e criam “etiquetas verdes” como, por exemplo, as coleções verdes da Gap e *Carbon-Lingerie* neutro da *Marks e Spencer* (varejista de roupas inglês), representando benefícios ambientais, ou criando índices que possam avaliar fornecedores e/ou produtos para quem praticar sustentabilidade como o Índice de Sustentabilidade do *Wal-Mart* e a *IndexTM Eco* dos EUA *Outdoor Industry Association*. A ideia dos autores é que os grandes varejistas globais possam ser seguidos por varejistas do mundo todo e, dessa forma, aumentar a consciência dos consumidores e alterar seus comportamentos quanto à sustentabilidade (FORGIARINI, 2006; PROCHNIK, 2003; GORINI, 2000; LEE et al., 2012; LAI et al., 2010).

Norum e Ha-Brookshire (2011) mostraram que o consumidor dos EUA prefere pagar mais barato do que consumir produtos com apelo de sustentabilidade, o item menos pontuado na pesquisa para escolha de produtos derivados de algodão, vestuário de moda. O estudo das autoras sobre consumo socialmente responsável de vestuário analisou o efeito da origem da fibra, o método da produção e o preço na preferência dos consumidores de algodão para vestuário nos EUA. Nos resultados dessa pesquisa, o preço apareceu como o critério mais importante para o algodão (58,5%), transparência (30%) e fibras cultivadas com métodos sustentáveis que foram citados apenas por 11,5% dos respondentes do estudo.

Crainic et al. (2009) esclarecem que os sistemas de transportes tiveram o desenvolvimento baseado em *hardwares* que introduziram tecnologias sofisticadas na área, porém a criação de *softwares* para apoio à decisão em particular, tem um longo caminho a percorrer. Arikan et al. (2013) explicam que incluir considerações ambientais em operações comerciais, como no transporte mundial de mercadorias é fator determinante para reduzir custos ambientais sem deteriorar o desempenho econômico. Por meio da simulação em casos de SCM de transporte de contêineres internacional, os autores contribuíram para encontrar incertezas no desempenho econômico e ambiental do sistema de inventário (logístico), baseados em dados empíricos da rede.

Palma e Lindsey (2011) apresentam estratégias para melhorar o congestionamento nas cidades que podem ser extrapoladas para estradas, pelo uso da tecnologia, com a criação de pedágio urbano e faixas individuais para transporte de carga, em determinados horários. Meng e Liu (2012) investigaram o uso de pedágio urbano com cordão de isolamento, defendendo o uso de transportes bimodais para pessoas e cargas, com alternância entre modais rodoviário e ferroviário. Os autores utilizaram modelos de simulação, com um variáveis de problemas de tráfego e atribuição de modal.

Long e Zhang (2014) compreendem a cadeia de suprimentos como um sistema adaptativo estocástico complexo com incertezas e informações parciais partilhadas, considerando a simulação um método mais eficiente de lidar com os recursos do que os métodos analíticos tradicionais. No estudo, os autores propõem um modelo de estoque-produção-transporte, simulando a distribuição de várias maneiras.

Um estudo português apresenta cenários para consumo de energia e emissões de gases no setor de transportes. Farias et al. (2012) mostram que com políticas adequadas em relação a diversos fatores do meio ambiente, o consumo de energia total em meios de transportes pode cair entre 2% e 66% até 2050 em Portugal, principalmente pelo uso de transportes alternativos. Por meio de um modelo de simulação de consumo e emissão local de CO₂ chamado *Projections for Alternative Transportation Technologies Simulationtool* (PATTS - Projeções para tecnologias de transporte alternativos – Ferramenta de Simulação) os autores conseguiram visualizar o cenário futuro para os transportes.

Egilmez e Tatari (2012) apontam o setor de transportes como fundamental para o desenvolvimento sustentável, dada a dependência das atividades industriais e de serviços do segmento. Em seu estudo, os autores simulam a tendência de emissão de CO₂ com o objetivo

de atingir metas quantificadas em 2050 a partir de três fatores: eficiência do combustível, transporte público e uso de veículo elétrico. A aplicação de logística reversa na cadeia de moda pode aumentar o ciclo de vida do produto que é bastante curto, conforme mostram Qiang et al. (2011). A atitude poderia trazer mais sustentabilidade ao setor.

O Sistema Nacional de Viação (SNV) é regido pela Lei nº. 12.379 sancionada em 2011, que trata de investimentos federais no setor de transporte e da responsabilidade da criação da infraestrutura física e operacional dos vários modos de transporte de pessoas e mercadorias no País, nas diferentes instâncias jurisdicionais e é composto pelo Sistema Federal de Viação e pelos sistemas de viação dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. O SNV compreende os subsistemas: rodoviário, ferroviário, aquaviário e aeroviário (BRASIL, 2013).

As vias de rodagem com ou sem pavimentação são as mais utilizadas, porém trata-se do meio mais caro, superando os outros modais, exceto avião, e deveria ser prioritário apenas para o transporte de mercadorias de alto valor acabados ou semiacabados e para os perecíveis. No transporte aquático, pelo interior de rios, lagos e lagoas navegáveis com melhoramentos e sinalização, as hidrovias são importantes e podem ser utilizadas para transportar grandes quantidades de mercadoria a longas distâncias de *commodities*, o principal tipo de produto brasileiro, como minérios, cascalhos, areia, carvão, ferro, grãos e outros não perecíveis. O transporte marítimo inclui as linhas de cabotagem que escoam a produção pela costa, transportando mercadorias entre os portos. Pode ocorrer entre portos marítimos ou entre um porto marítimo e um fluvial (BRASIL, 2013).

As ferrovias, ou linhas férreas, praticamente esquecidas no mapa de transportes brasileiro, poderiam carregar produtos de baixo valor agregado e em grandes volumes como: minério, produtos agrícolas, fertilizantes, carvão e derivados de petróleo. A maior parte da malha ferroviária concentra-se nas regiões Sul e Sudeste e são utilizadas para o transporte de cargas (BRASIL, 2013).

Transporte de grandes volumes utilizando dutos, conjunto de tubos conectados e em propulsão, o modal dutoviário ou tubular. Dependendo do tipo de mercadoria transportada se classificam em oleodutos (petróleo, óleo combustível, gasolina, diesel, álcool, GLP⁷,

⁷ GLP: gás liquefeito de petróleo

querosene e nafta, entre outros); gasodutos (gás natural); minerodutos (sal-gema, minério de ferro e concentrado fosfático), ou para mercadorias diversas, os polidutos (BRASIL, 2013).

O Plano CNT de Logística, elaborado pela Confederação Nacional do Transporte, propõe a rede ideal de infraestrutura de transportes e visa integrar os sistemas de transporte do País, mediante a viabilização das conexões entre as diferentes modalidades, para possibilitar a movimentação de pessoas e produtos com maior facilidade e menor custo (BRASIL, 2010f; 2013 e 2014a; CNT, 2014).

Modelos de simulação para tomada de decisão em muitos níveis empresariais e entre multempresas adquirem importância na medida em que as variáveis se multiplicam e a rapidez é fator primordial, com integração de modais de transporte, canais de distribuição e apoio logístico. Toda a rede precisa estar interligada de forma flexível, amigável e com a possibilidade de explorar uma gama de cenários hipotéticos e atingir o melhor resultado para os envolvidos a partir da qualidade da decisão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este texto pretende ampliar o conhecimento das redes de empresas da cadeia de moda, que se inicia no Agronegócio do algodão e finaliza com a distribuição do produto, contribuindo para os estudos da Engenharia de Produção. Parte da pesquisa foi realizada na *Universitat Politècnica de València*, na Espanha, junto ao *Centro de Investigación e Gestión en Ingeniería de Producción* (CIGIP), por meio de bolsa de doutorado sanduíche do Programa Ciências sem Fronteiras (CNPQ-Capes).

O projeto desenvolvido na *Universitat Politècnica de València* (UPV), na Espanha, está disposto no Apêndice C.

O estudo gerou a criação de oito artigos. O primeiro, publicado no XXXII Encontro Nacional da Engenharia de Produção (Enegep 2012) (Anexo B), apresentava os primeiros questionamentos sobre o tema. Acrescido de pesquisa qualitativa com especialistas, o artigo foi publicado no *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (ICIEOM 2013) (Anexo C), e mais detalhadamente submetido à estatística e publicado no 22nd *International Conference on Production Research* (ICPR 2013) (Anexo D). A partir deste, iniciou-se a simulação de economia com a redução de uso de água e de efluentes químicos, com o aumento gradativo da área de plantação para mudas de algodão colorido e redução de plantação de algodão branco, que foi publicado na *International Journal of Production Management and Engineering* (revista IJPME) (Anexo G). Após este trabalho ainda criou-se uma versão que engloba a pesquisa sobre os escassos estudos científicos do tema e o texto foi submetido à avaliação da revista *Gepros – Gestão da Produção, Operações e Sistemas* (Anexo H).

O artigo publicado no 4th *International Conference on Information Systems and Technologies* (ICIST 2014) (Anexo E) sobre simulação de modais de transporte deu início a um outro braço do estudo, o qual se pretende explorar com novos trabalhos, criando simulações de uso e investimento para os modais de transporte nas regiões brasileiras e sua relação com o crescimento do PIB. O primeiro, que trata de um comparativo entre os investimentos do País e dos BRICS (acrônimo que significa os países em desenvolvimento Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) em transportes e a relação com o crescimento do PIB foi submetido à avaliação para publicação na revista *Supply Chain Management an International Journal* (Anexo I).

Todos os artigos propostos respondem ao objetivo geral da pesquisa: apresentar estratégias de inovação que contribuam com a sustentabilidade do agronegócio do algodão e transportes brasileiros para atender às novas demandas nacionais e internacionais do setor de moda (Tabela 7).

O artigo presente no Anexo G (IJPME) corrobora o caminho percorrido para a pesquisa sobre algodão colorido e agroecológico. Juntamente com o artigo constante do Anexo E (ICIST), que trata de distribuição e simulação, respondem ao objetivo específico a.: avaliar as estratégias para inovação e sustentabilidade em agronegócio do algodão e em distribuição de produtos de manufatura de moda.

O artigo apresentado no Anexo E (ICIST) representa também a questão dos transportes intermodais e simulação em transporte e logística e corresponde ao cumprimento do objetivo b: apresentar o uso da simulação para obter dados significativos em inovação e sustentabilidade em transportes que possam ser seguidos pelo setor (*benchmarking*).

Por meio de uma simulação simples foi possível observar que a falta de informações dificulta a tomada de decisão quanto ao uso de modais de transportes internamente no País, seja por suas dimensões continentais, seja pela falta de capacitação profissional dos envolvidos. Esses elementos contribuem para o aumento do custo de transportes em geral no País.

A proposta do objetivo c: atualizar as estratégias utilizadas para obtenção de dados e facilitar a tomada de decisão na cadeia de negócios, deixando-a mais competitiva, inovadora e sustentável está representada por meio do artigo publicado no *Production and Operations Management Society* (POMS 2014) (Anexo F). Após localizar a principal limitação do estudo: conseguir informações precisas no setor, seja pelos agricultores ou suas associações, observou-se que juntar a pesquisa qualitativa a uma ferramenta matemática poderia ser uma possibilidade de ampliar os resultados encontrados para o universo pesquisado.

Tabela 7 - Artigos publicados a partir da tese

1. Artigo publicado *Proceedings* do Encontro Nacional da Engenharia de Produção (Enegep 2012) (Anexo B)

Título: O que a produção do algodão colorido tem a ver com a sustentabilidade na cadeia de manufatura do vestuário de moda?

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: as entrevistas foram realizadas com especialistas da área, escolhidos por suas experiências práticas ou políticas com o tema, feitas por telefone e por e-mail, a partir de questionários semiestruturados aplicados aos representantes da indústria têxtil e da Embrapa Algodão, com o objetivo de aclarar o tema e obter-se uma compreensão mais objetiva do algodão colorido. Mostrou que o setor ainda despreza o algodão colorido e agroecológico como inovação e sustentabilidade.

2. Artigo publicado *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM 2013)* (Anexo C)

Título: *The use of colored and ecological cotton for sustainability of the fashion supply chain*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: levantamento bibliográfico nas bases de dados internacionais e nacionais foram encontrados estudos sobre sustentabilidade na indústria química que envolve o setor têxtil. Análise de dados secundários (artigos de periódicos científicos da área, revistas e jornais). Após a pesquisa bibliográfica inicial, foram apresentados números e informações para compor um panorama sobre o setor de estudo no Brasil e no mundo. Foi feita uma prospecção nas bases internacionais na busca de artigos de interesse e informações atualizadas sobre a produção do algodão colorido e agroecológico, com pouquíssimo retorno. Praticamente não há publicações internacionais sobre este tema. As pesquisas abrangeram os temas responsabilidade social e sustentabilidade. Mostrou que o conhecimento do setor sobre sustentabilidade ainda é apenas um discurso e não uma realidade.

3. Artigo publicado *22nd International Conference on Production Research (ICPR 2013)* (Anexo D)

Título: *Sustainability scenario in the fashion apparel manufacturing in Brazil*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: pesquisa de abordagem qualitativa com uma amostra composta por cinco especialistas de setores diferentes da cadeia têxtil brasileira (fibras, fiação, tecelagem, confecção e varejo), na qual foram levantadas as ideias que compreendem o tema sustentabilidade neste segmento. As perguntas eram abertas e os entrevistados puderam manifestar-se livremente sobre a forma como a sustentabilidade pode ser entendida em cada um dos segmentos que compõem a cadeia de negócios (a produção de fios para a tecelagem, a utilização de produtos químicos nos processos industriais, a utilização da fibra de algodão colorido na manufatura do vestuário de moda, as possibilidades de aplicação de ações de sustentabilidade na distribuição e no varejo). Foi realizada uma análise estatística e descritiva das respostas.

4. Artigo publicado *4th International Conference on Information Systems and Technologies (ICIST 2014)* (Anexo E)

Título: *Fashion chain distribution: Simulation of a Brazilian case*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: a proposta deste estudo foi realizar uma simulação baseada em computador por meio da ferramenta SimPy (biblioteca da linguagem de programação Python) e da planilha Excel, com o objetivo de verificar os *trade-offs* existentes entre custos e tempo de entrega nos modais rodoviários e ferroviários existentes no território brasileiro, considerando como alternativas de entradas de produtos os portos localizados nas regiões Nordeste, Sudeste e Sul. A partir de levantamento bibliográfico de 10 artigos, foi possível analisar quais metodologias foram utilizadas, e quais outras poderiam complementar o estudo para aumentar o nível de segurança de seus tomadores de decisão na obtenção dos resultados esperados. Os dados foram levantados por meio de análise da metodologia dos artigos apontados na tabela 1 (no artigo descrito) e por meio de análise de material secundário (artigos de periódicos científicos da área, revistas e jornais). Os resultados mostraram que as decisões logísticas e de modais de transporte necessitam de estudos de simulação para apoiar as decisões dos gestores.

5. Artigo publicado *Production and Operations Management Society (POMS 2014)* (Anexo F)

Título: *Quantitative and qualitative modeling: the search for balance in the data*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: com o objetivo de aumentar o nível de segurança dos tomadores de decisão, foram analisadas as metodologias mais utilizadas e quais outras poderiam complementar o estudo para a obtenção dos resultados esperados em Engenharia de Produção. Os dados foram levantados por meio de pesquisa aplicada a estudantes e professores de mestrado e de doutorado em Engenharia de Produção, buscando informações sobre quais ferramentas eles utilizam para coletar dados de pesquisa para escreverem seus artigos, dissertações e teses. Como se trata de uma antiga discussão nos meios acadêmicos e para não abrir a pesquisa a todos os temas de Engenharia de Produção, o foco fixou-se na exemplificação de estudos específicos de *supply chain management*, que possibilita o uso da análise quantitativa e qualitativa por meio de um instrumento capaz de satisfazer essas duas respostas e balancear os dados de forma que possam ser capazes de fornecer respostas de qualidade com margens seguras para as respostas. Os resultados mostraram que os usuários necessitam ferramentas que se completem e que se possa fazer uso de pesquisas qualitativas associadas a outras de estatística e matemática para extrapolar os resultados das amostras para o universo estudado.

6. Artigo publicado *International Journal of Production Management and Engineering* (revista IJPME) (Anexo G)

Título: *Textile industry can be less pollutant: introducing naturally colored cotton*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: somando o conhecimento adquirido sobre algodão colorido, o estudo apresenta a revisão de bibliografia sobre o tema, a simulação de economia de água e redução de efluentes com o uso de algodão colorido para os próximos dez anos. Os dados apresentados incluíram estatística descritiva utilizadas para apresentar uma projeção de produção, de economia do uso de água em relação à produção conjunta, de algodão branco e algodão colorido e da redução de efluente da cadeia têxtil na produção de algodão orgânico, mostrando como resultado economias importantes para o uso de água e para o despejo de efluentes na natureza nos próximos dez anos.

7. Artigo enviado para avaliação à Revista Gepros – Gestão da Produção, Operações e Sistemas (Anexo H)

Título: *Colored and agroecological cotton needs further research and space to increase its sustainable production*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: pesquisas em bases de dados nacionais e internacionais (ScienceDirect, Scielo) apresentaram poucos estudos sobre a sustentabilidade na indústria química que envolvem o setor têxtil. Artigos em revistas científicas, revistas e jornais continham algumas análises de dados secundários e descrições da cadeia de sustentabilidade na indústria têxtil e de moda. A busca de artigos sobre a produção de algodão colorido e agroecológico ainda apresenta poucos resultados. Praticamente não existem publicações internacionais sobre estes temas e os poucos artigos que foram publicados foram feitos pela Embrapa Algodão, organização de pesquisa governamental brasileira. Acresce-se uma síntese quantitativa de estudos sobre o tema (pouquíssimo, como já comentado). Os resultados sintetizam o estudo sobre o tema até agora.

8. Artigo enviado para avaliação à Revista Supply Chain Management an Internacional Journal (Anexo I)

Título: *Investment in intermodal transport in Brazil could benefit the GDP country's growth*

Resumo dos procedimentos metodológicos e resultados: foi utilizada a análise projetiva de dados a partir de informações existentes na investigação da literatura sobre o tema. Observou-se que o país, como a maioria dos países em desenvolvimento, adota decisões erradas sobre investimentos em transportes e isso afeta o seu crescimento (PIB), desenvolvimento e competitividade global. Uma projeção de investimentos até 2016 em modais de transporte mostrou que o aumento dos valores investidos pode resultar em significativo crescimento do PIB. Longe do ideal, essa sugestão pode ser uma iniciativa a ser adotada pelo governo brasileiro para próximos investimentos. O estudo dessas variáveis pode permitir que o transporte brasileiro de carga possa garantir uma maior competitividade internacional e uma melhor distribuição interna, bem como a queda dos preços dos produtos.

Fonte: a autora.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do objetivo geral da tese: apresentar estratégias de inovação que contribuam com a sustentabilidade do agronegócio do algodão e transportes brasileiros para atender às novas demandas nacionais e internacionais do setor de moda e após a compreensão e estudo da literatura atual existente sobre o assunto, pôde-se racionalizar alguns aspectos, por meio do desenvolvimento dos artigos apresentados nos anexos B, C, D, E, F, G, H e I.

Desde o início dessa pesquisa buscou-se encontrar informações abrangentes sobre o algodão colorido e agroecológico utilizado como forma de sustentabilidade para o agronegócio do algodão. Por meio de pesquisas bibliográficas pouco foi encontrado sobre o tema e as pesquisas qualitativas forneceram a comprovação de que o universo estudado é pouco amparado por trabalhos científicos.

Constatou-se que o País é pioneiro na plantação de algodão colorido e agroecológico, possuindo legislação própria e Pesquisa e Desenvolvimento no setor, no entanto, os números da produção são pequenos, pelo não envolvimento de grandes corporações no negócio e participação apenas de pequenos produtores, sem condição de investimento.

As iniciativas governamentais e dos empresários não respondem ao que o setor e ao que um país com protagonismo internacional para as questões ambientais exigem: agronegócio sustentável para um futuro alimentar garantido e com segurança para as próximas gerações. Os empresários, como não são exigidos, estão longe de abraçar as causas ambientais. Uma iniciativa aqui e ali não refletem o que o agronegócio sustentável necessita.

Ações intensivas de redução de uso de água e de produtos químicos na plantação, fiação de tecidos, tinturaria e outros processos precisam ser adotadas sem demora para aliviar a dispersão de efluentes poluídos. Produzir o algodão colorido e agroecológico representaria trazer sustentabilidade para a cadeia de moda na ponta inicial da cadeia, no agronegócio da plantação de fibras naturais para a fabricação dos fios.

O gradual aumento da produção do fio colorido e a gradual redução do uso de produtos químicos no tratamento da fibra, com consequente redução do uso de água nos processos, conforme abordado nos artigos, poderia tirar os têxteis de um *ranking* de indústria mais poluente da manufatura mundial e das maiores consumidoras de água em seus processos. Uma simples diminuição de plantio de algodão branco, da ordem de 5% ao ano, espaço que seria utilizado para plantar a fibra colorida pelos grandes empresários, poderia representar cerca de 70% de redução de consumo de água e 30% menos efluentes lançados ao meio

ambiente referentes a esta produção. Num período de dez anos isso poderia representar uma economia expressiva de matérias-primas não renováveis (IJPME) (Anexo G).

Quanto ao cumprimento do primeiro objetivo específico: avaliar as estratégias para inovação e sustentabilidade em agronegócio do algodão e em distribuição de produtos de manufatura de moda, foram publicados vários artigos em congressos internacionais e em revista qualificada. Procurou-se apresentar e desmistificar o tema à comunidade internacional, bem como demonstrar que o investimento poderá ser lucrativo no longo prazo. Mais do que isso, apresentá-lo como uma opção sustentável ao agronegócio do algodão e da cadeia de moda, tornando-a menos poluidora e menos consumidora de água, recurso não renovável e para o qual os olhos do mundo têm-se voltado nos últimos anos.

Na sequência, o segundo ponto analisado, a distribuição, cujo objetivo específico correspondente: apresentar o uso da simulação para obter dados significativos em inovação e sustentabilidade em transportes que possam ser seguidos pelo setor (*benchmarking*), cumpriu-se pela apresentação do uso da simulação para facilitar as decisões logísticas e de modais de transportes.

Há um imenso potencial para o uso de transporte fluvial e marítimo desprezado, o que faz do País um caso atípico no mundo, tendo menos ferrovias atualmente do que tinha em 1920. O investimento focado em rodovias, necessário ao desenvolvimento do País, em seu início a partir dos anos 1950, precisa ser revisto. O governo possui estudos que encaminham para diminuir a dependência das estradas para o transporte, mas mais uma vez, esbarra-se na falta de uma política de Estado, com ações pontuais e recortes que não criam soluções permanentes para a situação dramática dos transportes em todos os seus moldes. Sem esquecer que o desenvolvimento do País, na atualidade, se foca quase exclusivamente em torno da indústria automobilística, o que torna a situação ainda mais alarmante.

Os recursos investidos em transporte rodoviário mantém a cultura devastadora para o meio ambiente desde sua construção à manutenção da dependência do consumo de combustível (óleo diesel – petróleo) em detrimento de sistemas mais baratos e sustentáveis como os transportes por meio de aquavias fluviais, cabotagem e dutos.

O estudo sobre reversão da matriz de transportes corrobora um trabalho existente nos meios governamentais que apresenta a situação delicada, porém com limitado andamento para a efetivação dos resultados, sobre o qual pode-se dizer que se trata apenas de uma ideia que

não foi colocada em prática. O acesso aos canais governamentais que tratam do tema é limitado e questões de ordem política imperam no setor.

O terceiro objetivo: atualizar as estratégias utilizadas para obtenção de dados e facilitar a tomada de decisão na cadeia de negócios, deixando-a mais competitiva, inovadora e sustentável foi cumprido por um braço do estudo que foi apenas iniciado, que é a discussão sobre o uso das melhores ferramentas para coleta de dados em pesquisa acadêmica na Engenharia de Produção. O artigo publicado foi pensado após constatação da principal limitação do estudo: depois das tentativas de conseguir dados nas associações de produtores de algodão, com os próprios produtores e com os operadores logísticos sem sucesso. Houve várias tentativas de aplicação de pesquisas surveys e até mesmo de um censo no segmento. Os pedidos de entrevistas pessoais aos produtores, bem como por meio das associações de classe e questionários aplicados via internet não surtiram resultados, por nenhum tipo de meio de comunicação: e-mail, telefone e *GoogleDocs*. No artigo, aborda-se a possibilidade de utilização maior da análise do discurso vinculada a alguma ferramenta matemática para extrapolar resultados para além das amostras delimitadas, por meio de pesquisa qualitativa.

Os estudos sobre as ideias sustentáveis europeias, região pioneira no assunto em vários setores apresentados no subitem 2.3.2, provavelmente terá muito a ensinar às empresas brasileiras quando o assunto é sustentabilidade e inovação. A experiência pode ser trazida à prática das empresas e auxiliar o País a ser mais sustentável na cadeia de moda e quem sabe expandir o referido conhecimento para outras redes de empresas e de negócios.

Não obstante a última agenda estratégica para o algodão elaborada para o período 2010-2015 contemplar programas e investimentos governamentais para o setor, eles não saíram do papel. As ações podem ser conhecidas com a leitura da referência Brasil (2011b). Por essa razão, os produtores de algodão, principalmente as grandes empresas do setor, necessitam uma agenda de comprometimento séria a ser seguida que inclua substituição de pequena parte da produção, inicialmente, pelo algodão colorido e agroecológico.

Por seu lado, o governo precisa adotar exigências para substituição em larga escala, bem como investir em Pesquisa e Desenvolvimento, por meio da Embrapa e em apoio financeiro aos agricultores familiares para dar seguimento à política, que deveria ser de Estado e não apenas atitudes isoladas de alguns pesquisadores. Esta atitude levaria à melhoria da qualidade da produção agrícola familiar, fortalecendo a venda a preço justo e melhoria do meio ambiente.

As entidades ligadas ao segmento demonstram ser preocupadas e implantam algumas ações para a sustentabilidade. Apesar do discurso, no entanto, elas são veementemente favoráveis à utilização de defensivo agrícola bem como do algodão transgênico, o que deixa o produto brasileiro muito longe da sustentabilidade esperada nem que seja para nichos. A produção sustentável é tratada apenas pelo foco da redução de custos e do aumento de lucros.

A produção de algodão colorido e agroecológico necessitaria de constante fiscalização quanto às exigências legais, cujo cumprimento possa aumentar a sobrevida de recursos naturais no planeta. No entanto, a solução está longe disso. O segmento do algodão colorido e agroecológico nem faz parte da contagem normal das plantações de algodão feitas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), responsável pelos números do setor, e não existem estatísticas oficiais e nem números confiáveis sobre as produções. Esse produto têm maior custo de produção e é mais rentável, porém também não existem estudos sobre a viabilidade econômica da produção em larga escala do algodão colorido.

O mesmo se pode dizer para a agenda dos transportes. Um estudo recente da associação setorial, apresenta as ações necessárias para o segmento, porém os investimentos centram-se no modal rodoviário. A falta de infraestrutura e priorização das malhas rodoviárias nas políticas públicas continuam a trazer perda de investimentos para o País. O declínio na qualidade da infraestrutura do transporte brasileiro tem-se refletido na perda de competitividade internacional. Por meio da inversão da matriz de transporte brasileira, que atualmente privilegia o transporte terrestre tanto para passageiros como para veículos, um novo caminho para a sustentabilidade pode começar a ser traçado.

Após reflexão sobre o tema estudado, constata-se que o cultivo de algodão colorido poderá fazer parte de uma realidade a ser exportada para o mundo como pioneira, uma vez que a pequena produção reflete a inexistente pesquisa científica internacional sobre o tema.

Assim, para contribuir com a Engenharia de Produção e dar continuidade ao estudo, sugere-se:

1. Facilitar junto aos produtores a implantação de uma parcela da produção em mudas de algodão colorido e agroecológico, com desenvolvimento de produção modelo e piloto.
2. Estudo para redução do consumo de água e de produtos químicos na cadeia têxtil, com agenda de responsabilidade entre empresários e governo, iniciando pelo cálculo da emergência do setor.

3. Os números da produção em larga escala do algodão colorido não estão disponíveis e trata-se de uma lacuna a ser coberta com estudos posteriores.
4. Simular, por meio de ferramentas adequadas, os custos e economias proporcionadas pela adoção dos meios de transporte integrados e pelo incremento das aquavias, cabotagem e dutovias no País. Os estudos possibilitarão conhecer custos e propor mudanças para o setor de forma mais acurada.
5. Aplicação do estudo de Bravo (2000) adaptado para o caso brasileiro, com aplicações correlatas de pequena escala, em alguns estados ou regiões.
6. Estudo para criar e aplicar a logística reversa na cadeia têxtil e de moda, conforme Qiang et al. (2011), que mostraram o aumento do ciclo de vida do produto no setor.

A moda inclui, por natureza, a perecibilidade e a descartabilidade do produto em prazo muito curto, o que não combina com a sustentabilidade, sendo por si só, difícil de tratar de ambos ao mesmo tempo. Por essa razão, os empresários do setor precisam começar a pensar em negócios e cadeia de valor a partir da sustentabilidade. Sem essa conscientização, pouco efeito terá qualquer tipo de ação pontual.

No segmento estudado, de uma forma ou de outra, em maior ou menor grau, todos os setores têm avançado no assunto inovação e sustentabilidade. Talvez não tanto como a emergência do problema e das normativas internacionais exigem. Existe uma dificuldade de conscientização para isso e, aos poucos, vão-se constituindo novas formas de lidar com a questão no Brasil e no mundo.

REFERÊNCIAS

ABIT. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil**. 2012. Disponível em: <www.abit.com.br>. Acesso em: 10 abr. 2012.

ABIT. **Associação Brasileira da Indústria Têxtil**. 2014. Disponível em: <www.abit.com.br>. Acesso em: 19 set. 2014.

ABRAPA. Associação Brasileira de Produtores de Algodão. **A Cadeia do Algodão Brasileiro: desafios e estratégias**. Biênio 2011/2012. 2012. Coords.: NEVES, M. F.; PINTO, M. J. A. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/Documents/Livro%20A%20Cadeia%20do%20Algodao%20-%20Abrapa.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2014.

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Dados do setor**. 2014. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br>. Acesso em: 17 ago. 2014.

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Guia de Orientação ao Programa Algodão Brasileiro Responsável**. Instituto Brasileiro do Algodão. 2013c. Disponível em: <http://www.abrapa.com.br/biblioteca/Documents/guia_abrapa_net.pdf>. Acesso em: 17 set. 2014.

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Instituto do Algodão Social** 2013a. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/sustentabilidade/Paginas/Instituto-Algodao-Social.aspx>>. Acesso em: 13 ago. 2014.

ABRAPA. Associação Brasileira dos Produtores de Algodão. **Sustentabilidade**. 2013b. Disponível em: <<http://www.abrapa.com.br/sustentabilidade/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 17 ago. 2014.

ABVTEX. Associação Brasileira do Varejo Têxtil. Estudo da cadeia textil feito pela FGV Projetos. Redação: **Administradores.com**, 20 de julho de 2013, 2013. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/noticias/negocios/estudo-revela-dados-sobre-desempenho-da-industria-textil-e-de-confecoies/78079/>>. Acesso em 17 mai. 2014.

ALBAGLI, S.; BRITO, J. Arranjos Produtivos Locais: Uma nova estratégia de ação para o Sebrae – Glossário de Arranjos Produtivos Locais. **RedeSist.**, 2002. Disponível em: www.redesist.ie.ufrj.br. Acesso em: 19 abr. 2013.

ALMEIDA, H. de. 2011. Inovações químicas apoiam a criatividade dos estilistas. **Revista Química e Derivados**, n. 509, maio de 2011. 2011. Disponível em: <<http://www.quimicaederivados.com.br/quimica/index.php?sessao=reportagem&id=893&pagina=1>>. Acesso em: 12 abr. 2012.

AMATO NETO, J. 2000. **Redes de cooperação produtiva e clusters regionais: oportunidades para as pequenas e médias empresas**. São Paulo: Atlas: 2000.

ARIKAN, E.; FICHTINGER, J.; RIES, J. Impact of transportation lead-time variability on the economic and environmental performance of inventory systems. **Int. J. Production**

Economics. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.06.005i>>. Acesso em 08 set. 2014.

ATMANI, G. BENSMAILI, A. MEZENNER, N. Y. Synthetic Textile Effluent Removal by Skin Almonds Waste. **Journal of Environmental Science and Technology**, 2, v. 4, ps. 153-169, 2009.

BACHA, M. de L.; SANTOS, J.; SCHAUN, A. Considerações teóricas sobre o conceito de Sustentabilidade. **Anais. VII SEGeT – Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia**, São Paulo, 2010.

BARBOSA, F. V. Competitividade: conceitos gerais. In: RODRIGUES, S. B. (org.). **Competitividade, alianças estratégicas e gerência internacional**. São Paulo : Atlas, 1999.

BASTIAN, E. Y. O.; ROCCO, J. L. S. **Guia técnico ambiental da indústria têxtil**. São Paulo: Cetesb/ Sinditêxtil, Série P + L, 2009.

BELTRÃO, I. **Moda e Sustentabilidade**. 2011. Disponível em: <<http://www.closetonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%20/5171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilide>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

BORCHARDT, M.; VACCARO, G. L. R.; AZEVEDO, D.; PONTE JÚNIOR, J. O perfil do engenheiro de produção: a visão de empresas da região metropolitana de Porto Alegre. **Production**, v. 19, n.2, São Paulo, 2009.

BRASIL. ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Ministério dos Transportes. **Portos 2021 - Avaliação de Demanda e Capacidade do Segmento Portuário de Contêineres no Brasil**. Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS), Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público (Abratec) e Câmara Brasileira de Contêineres, Transporte ferroviário e Multimodal (CBC). 2014a. Disponível em: <<http://www.transvias.com.br/3381/noticias/Carga-em-container-vai-dobrar-ate-2021>>. Acesso em 10 set. 2014.

_____. **Dados sobre transportes terrestres e aquaviários 2008**, 2009. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br/>>. Acesso em: 11 set. 2014.

_____. **Dados sobre transportes terrestres e aquaviários 2008**, 2013. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br/>>. Acesso em: setembro 2014.

_____. IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Transporte de Cargas no Brasil**. 2010. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2062408.PDF>>. Acesso em 17 abr. 2014.

BRASIL. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. BNDES. **Definições de termos ligados à inovação**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Areas_de_Atualizacao/Inovacao/Politica_apoio_inovacao/definicoes_inovacao.html>. Acesso em: 17 mai. 2014. 2014b.

_____. **Panorama da Cadeia Produtiva têxtil e de confecções e a Questão da inovação.** Rio de Janeiro, n. 29, p. 159-202, mar. 2009. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/Set2905.pdf>. Acesso em: 11 set. 2014.

BRASIL. Ipea. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.) A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Capítulo: SILVEIRA, J. M. G. J. Da. Inovação tecnológica na agricultura, o papel da biotecnologia agrícola e a emergência de mercados regulados. BONELLI, R.; FONSECA, E. Ganhos de produtividade e eficiência: novos resultados para a economia brasileira. Rio de Janeiro: Ipea, 1998, **Texto para Discussão**, n. 557, Brasília, 2010a.

_____. GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.) A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, 2010. Capítulo: SILVEIRA, J. M. G. J. Da. Inovação tecnológica na agricultura, o papel da biotecnologia agrícola e a emergência de mercados regulados. Rio de Janeiro: Ipea, 1998, **Texto para Discussão**, n. 557, Brasília, 2010b.

_____. GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.) A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, 2010. Capítulo 7: NAVARRO, Z. **A agricultura familiar no Brasil**: entre a política e as transformações da vida econômica. 2010c.

_____. GASQUES, J. G.; VIEIRA FILHO, J. E. R.; NAVARRO, Z. (Orgs.) A Agricultura Brasileira: desempenho, desafios e perspectivas. Brasília, 2010d. Capítulo 6: SILVA, J. G. da. **Os desafios das agriculturas brasileiras.**

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Dados gerais sobre algodão.** 2011a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>>. Acesso em: 13 abr 2013.

_____. **Agenda Estratégica 2010-2015.** Algodão. 2011b. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/camaras_setoriais/AGES/algodao.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2014.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. MDIC. **Cadeia produtiva têxtil e de confecções.** 2012. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=316>. 2012>. Acesso em: 13 jun. 2012.

BRAVO, M. de L. **O tráfego de contentores como parte da logística multimodal, com enfoque no tráfego europeu.** Tese de doutorado. Instituto Superior de Economia e Gestão da Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 2000.

BRITTO, J. 2002. Redes de cooperação entre empresas. In: KUPFER, D. **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.

CALVETE, T.; LIMA, C. E.; CARDOSO, N. F.; VAGHETTI, J. C. P.; DIAS, S. L. P.; PAVAN, F. A. Application of carbon adsorbents prepared from Brazilian-pine fruit shell for the removal of reactive orange 16 from aqueous solution: kinetic, equilibrium, and thermodynamic studies, **Journal of Environmental Management**, 91, ps. 1695–1706, 2010.

CAVALCANTI FILHO, P. F. de M. B.; MOUTINHO, L. M. G. 2007. Cooperação institucional Como estratégia inovativa: O caso do APL de confecções em campina grande (PB). **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 475-507, set./dez. 2007. Disponível em: <http://www.ie.ufrj.br/images/blog/REC_11.3_04_Cooperacao-institucional-como-estrategia-inovativa.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2013.

CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Esalq-USP. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Algodão colorido é destaque na safra 2010/11. Informativo **Cepea Algodão** (528-07.01.2011). Análise Econômica Semanal sobre o Setor do Algodão. 2011. Disponível em: <<http://imamt.com.br/system/anexos/arquivos/104/original/cepea528.pdf?1307645906>>. Acesso em: 12 abr. 2014.

CHENG, R.; HINES, T.; GRIME, I. Desired and perceived identities of fashion retailers. **European Journal of Marketing**, n. 42, 5/6, ps. 682–701, 2008.

CHOPRA, S., MEINDL, P. **Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation**. Prentice-Hall, 2007.

CNI/ABIT. Confederação Nacional da Indústria. Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Têxtil e Confecção: inovar, desenvolver e sustentar. Encontro da indústria para a sustentabilidade. **Cadernos setoriais Rio+20**. Brasília: CNI/ABIT, 74p., 2012.

CNT. Confederação Nacional dos Transportes. **Plano Nacional de Logística**. Disponível em: <<http://www.sistemacnt.org.br/porta1/webCNT/page.aspx?p=204b9f14-6ee9-4add-9b0b-56bfa5e2e5da>>. Acesso em: 11 set. 2014.

COSTA, A. C. R. da; ROCHA, E. R. P da. Panorama da cadeia produtiva têxtil e de confecções e a questão da inovação. Cadeia produtiva de moda Têxtil e Confecções. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 29, ps. 159-202, mar., 2009.

COSTA, S. M.; MAZZOLA, P. G.; SILVA, J. C. A. R.; PAHL, R.; PESSOA JR., A.; COSTA, S. A. Use of sugar cane straw as a source of cellulose for textile fiber production. **Industrial Crops and Products**, v. 42, march 2013, ps. 189-194, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926669012002932>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

COSTA NETO, P. L. de O.; CANUTO, S. A. **Administração com Qualidade**. Conhecimentos necessários para a gestão moderna. São Paulo: Blucher, 2010.

COTTON FARM AND FIBER REPORT. 2011. **Organic Exchange**, 2011. Disponível em: <http://textileexchange.org/sites/default/files/te_pdfs/2011_Organic_Cotton_Market_Report_websize.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2012.

CRAINIC, T. G.; GENDREAU, M. POTVIN, J-Y. Intelligent freight-transportation systems: Assessment and the contribution of operations research. **Transportation Research Part C**, v.17, ps. 541–557, 2009.

CURWEN, L. G.; PARK, J. SARKAR, A. K. Challenges and Solutions of Sustainable Apparel Product Development: A Case Study of Eileen Fisher. **Clothing and Textiles Research Journal**, v. 31, p. 32. 2013.

DENIZ, F.; KARAMAN, S. Removal of an azo-metal complex textile dye from colored aqueous solutions using an agro-residue. **Microchemical Journal**, 99, ps. 296–302, 2011.

DOMENE, M. **En el sector de los textiles de uso técnico, la capacidad de innovar es un factor esencial**. 19 de marzo de 2013. Entrevista com Joaquín Detrell y Ariadna Detrell. 2013. Disponível em: <<http://archivosseguridadlaboral-manueldomene.blogspot.com.es/2013/03/en-el-sector-de-los-textiles-de-uso.html>>. Acesso em: 12 mai. 2014.

DUARTE, 2004. Entrevistas em pesquisas qualitativas. **Educar**, Curitiba, n. 24, ps. 213-225, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cp/n115/a05n115.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

ECIB. Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. Gestão empresarial: fator de competitividade. **Nota técnica**. Belo Horizonte: Mimeo, 1993a.

_____. Estudo da competitividade da indústria brasileira. **Relatório final**, s.l.: mimeo, 1993b.

EGILMEZ, G.; TATARI, O. A dynamic modeling approach to highway sustainability: Strategies to reduce overall impact. **Transportation Research Part A**, v. 46, ps. 1086–1096, 2012.

ELKINGTON, J. **Enter the Triple Bottom Line**. Chapter 1. Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. Capstone, Oxford, 1997.

EMBRAPA ALGODÃO. Informações diversas sobre **Algodão e Algodão Colorido**. 2014. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br/>>. Acesso em: 19 abr. 2014.

_____. Cultivo do Algodão Colorido Orgânico na Região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro. QUEIROGA, V. de P.; CARVALHO, L. P. de.; CARDOSO, G. D. Mapa. **Documentos 204**. Campina Grande. Paraíba. 2008. Embrapa Algodão. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/278113/1/DOC204.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2013.

EUROPA. **Síntese das legislações europeias**. 2011. Disponível em: <http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/chemical_products/121282_pt.htm>. Acesso em: 12 jul. 2014.

FARIAS, T. L.; HEYWOOD, J. B.; BAPTISTA, P. C.; SILVA, C. M. Energy and environmental impacts of alternative pathways for the Portuguese road transportation sector. **Energy Policy**, v. 51, ps. 802-815, 2012.

FLEURY, A. O que é Engenharia de Produção? In: BATALHA, M. O. (Org.) **Introdução à Engenharia de Produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

FORGIARINI, E. **Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis Pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP)**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – Santa Catarina. Fevereiro, 2006.

FUSCO, J. P.; SACOMANO, J. B. **Operações e Gestão Estratégica da Produção**. São Paulo: Arte & Ciência. 2007.

GARCIA, R. (Coord.). **Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil**. Documento setorial: têxtil, vestuário e calçados. GARCIA, R.; OLIVEIRA, A. de; MADEIRA, P. 2009. Disponível em: <www.projetopib.org/include/clique.php?ai=443>. Acesso em: 19 mar. 2013.

GORINI, A. P. F. 2000. Panorama do setor têxtil no Brasil e no mundo: reestruturação e perspectivas. Fórum de Competitividade do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 12, p. 17-50, set. 2000.

GRI. **Global Reporting Initiative**. G3 Sustainable Reporting Guidelines. 2010. Disponível em: <<http://www.globalreporting.org/aboutGRI>>. Acesso em: 27 abr. 2012.

GUERRA, C. Marca Zara está envolvida em denúncia de trabalho escravo. Site da **Revista Veja**. 17.08.2011. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/economia/trabalho-escravo-encontrado-na-rede-da-zara>>. Acesso em: 27 abr. 2013.

HASSINI, E.; SURTI, C.; SEARCY, C. A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. **International Journal of Production Economics**, v. 140, ps. 69–82, 2012.

HILSDORF, C. O que é benchmarking? 13.09.2010. Site **Administradores**. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/o-que-e-benchmarking/48104/>>. Acesso em: 18 set. 2014.

HUDA, S.; REDDY, N.; KARST, D.; XU, W.; YANG, W.; YANG, Y. J. 2007. Nontraditional biofibers for a new textile industry. **Journal of Biobased Materials and Bioenergy**, 1, 2, ps. 177-190, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento sistemático da produção agrícola (**LSPA**). 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 out. 2012.

_____. Levantamento sistemático da produção agrícola (**LSPA**). 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 out. 2012.

ICAC. **International Cotton Advisory Council**. Conselho Consultivo Internacional do Algodão. 2014. Disponível em: <<http://www.icac.org>>. Acesso em: 13 mai. 2014.

INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial. Encontro da Indústria para a Sustentabilidade. Têxtil e Confecção: Inovar, Desenvolver e Sustentar. **Ponto Focal** – INMETRO, 2011.

KHATRI, Z.; MAYAKRISHNAN, G.; HIRATA, Y.; WEI, K.; KIM, I-S. Cationic-cellulose nanofibers: Preparation and dyeability with anionic reactive dyes for apparel application. **Carbohydrate Polymers**, n. 91, ps. 434-443, 2013.

KOTLER, P.; KELLER, K. L. **Administração de Marketing**: A bíblia do Marketing. 12º ed. São Paulo: Prentice Hall, 2006.

LAI, K.; CHENG, T.; TANG, A. K. Y. 2010. Green retailing: Factors for success. **California Management Review**, 52, ps. 6-31, 2010.

LAMBERT, D. M.; STOCK, R. **Strategic Logistics Management**. 3.^a ed., U.S.A. Irwin/McGraw-Hill, 1992.

LEE, N.; CHOI, Y. J.; YOUN, V.; LEE, Y. Does Green Fashion Retailing Make Consumers More Eco-friendly? The Influence of Green Fashion Products and Campaigns on Green Consciousness and Behavior. **Clothing and Textiles Research Journal**, 2012.

LIAO S-H, CHEN Y-J, HSIEH H-H. 2011. Mining customer knowledge for direct selling and marketing. **Expert Systems with Applications**, v. 38, i. 5, ps. 6059-6069, may 2011.

LONG, Q.; ZHANG, W. An integrated framework for agent based inventory–production–transportation modeling and distributed simulation of supply chains. **Information Sciences**, march 2014.

MACHADO DA SILVA, C. L.; FONSECA, V. S. da. Competitividade organizacional: uma tentativa de reconstrução analítica. **RAC**. Curitiba, edição especial 2010, art. 2, ps. 33-49. Artigo publicado originalmente na Organizações & Sociedade, v. 4. 7. Dezembro, 1996, ps. 97-114.

MAGRETTA, J. **What Management Is**: How It Works, and Why It's Everyone's Business. Free Press. 2002.

MARIANO, M. Relatório Brasil Têxtil. Relatório setorial da indústria brasileira. Produzido pelo Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI), Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). **Textília**. 18/10/2011. 2011. Disponível em: <http://www.textilia.net/materias/ler/textil/conjuntura/brasil-_e_hoje_o_unico_player_textil_mundial_fora_da_asia>. Acesso em: 20 jun. 2012.

MARKS E SPENCER. **Estudo sobre sustentabilidade** do varejista inglês publicado em 2007, ps. 207-210, 2007.

MARTINS, R. A. Abordagens Quantitativa e Qualitativa. In: MIGUEL, P. A. C. (org). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MENDES, F. D. **Cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria do vestuário de moda**. 209 p. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Paulista. São Paulo: 2006.

MENDES, F. D. **Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia**. Tese de doutorado. Universidade Paulista. São Paulo: 2010.

MENDES, F.D.; SACOMANO, J. B.; FUSCO, J. P. A. **Rede de empresas**. A cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria brasileira do vestuário de moda. São Paulo: Arte & Ciência, 2009.

MENG, Q.; LIU, Z. Impact analysis of cordon-based congestion pricing on mode-split for a bimodal transportation network. **Transportation Research Part C**, v. 21, ps. 134-147, 2012.

MIGUEL, P. A. C. Adoção do estudo de caso na Engenharia de Produção. In: MIGUEL P.A.C. (org.). **Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MINAYO, M. C. S. **O Desafio do Conhecimento**. Pesquisa Qualitativa em Saúde. 9. ed. São Paulo: Hucitec, 2006.

MONASH, P.; PUGAZHENTHI, G. Adsorption of crystal violet dye from aqueous solution using mesoporous materials synthesized at room temperature, **Adsorption** 15, ps. 390-405, 2009.

MORABITO, R.; PUREZA, V. A heuristic approach based on dynamic programming and and/or-graph search for the constrained two-dimensional guillotine cutting problem. **Annals of Operations Research**, 179, ps. 297-315, 2010.

NORUM, P. S.; HA-BROOKSHIRE, J. E. 2011. Consumer Trade-Off Analysis and Market Share Estimation for Selected Socially Responsible Product Attributes for Cotton Apparel. **Clothing and Textiles Research Journal**, 29, p. 348, 2011.

OCDE. Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Manual Frascati**. Decreto nº. 5.798, de 07.06.2006, art. 2º. 2005.

OEKO-TEX. **Standard 100**. Certificadora internacional de produtos têxteis. Site da empresa em português. 2014. Disponível em: <http://www.citeve.pt/artigo/oeko_tex>. Acesso em: 05 set. 2014.

ORGÂNICOS. **Instrução normativa nº 23**, de 1º de junho de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produtos têxteis orgânicos e derivados de algodão. 2011. Disponível em: <http://www.prefiraorganicos.com.br/media/57269/in23_texteis_publicada_%20020611.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2012.

PALMA, A. de.; LINDSEY, R. Traffic congestion pricing methodologies and technologies. **Transportation Research Part C**, v. 19, ps. 1377-1399, 2011.

PORTER, M. **Estratégia** -A Busca da Vantagem Competitiva. Rio de Janeiro, Campus, 1996.

_____. **A Vantagem Competitiva das Nações**. Campus. Rio de Janeiro. 1993.

_____. **Estratégia Competitiva**. Rio de Janeiro: Campus, 1986.

_____. **Vantagem Competitiva**: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus, 1992.

PROCHNIK, V. A cadeia têxtil/confeccões perante os desafios da Alca e do acordo comercial com a União Europeia. **Economia**, Niterói (RJ), v. 4, n. 1, ps. 53-83, jan./jun., 2003.

QIANG, Q.; KE, K.; ANDERSON, T. The closed-loop supply chain network with competition, distribution channel investment, and uncertainties. **The International Journal of Management Science**. Omega. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03050448-312000333>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

RECH, S. R. **Cadeia Produtiva da Moda**: um modelo conceitual de análise da competitividade no elo confecção. 2006. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88623?show=full>>. Acesso em: 03 dez. 2012.

REXHAUSEN, D.; PIBERNIK, R.; KAISER, G. 2012. Customer-facing supplychain practices - The impact of demand and distribution management on supplychain success. **Journal of Operations Management**, v. 30, ps. 269-281, 2012.

ROBINSON, T.; MCMULLAN, G., MARCHANT, R.; NIGAM, P. Remediation of dyes in textileeffluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative, **Bioresour. Technol.**, 77, ps. 247-255, 2001.

SAFA, Y.; BHATTI, H. N. Adsorptive removal of direct textile dyes by low cost agricultural waste: Application of factorial design analysis. **Chemical Engineering Journal**, v. 167, ps. 35-41, Disponível em: <[doi:10.1016/j.cej.2010.11.103](https://doi.org/10.1016/j.cej.2010.11.103)>. 2011>. Acesso em: 03 set. 2014.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. **Metodologia de pesquisa**. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTOS, M. dos. Contribuição à Compreensão do Conceito de Competitividade nas Organizações. Universidade Anhembi-Morumbi. **Semead**. Universidade Anhembi Morumbi. 2011. Disponível em:

<http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/11.pdf>.

Acesso em: 13 jul. 2014.

SENTHILKUMAR, M.; GNANAPRAGASAM, G.; ARUTCHELVAN, V. NAGARAJAN, S. Treatment of textile dyeing wastewater using two-phase pilot plant UASB reactor with sago wastewater as co-substrate. **Chemical Engineering Journal**, v. 166, ps.10-14.

Disponível em: <doi:10.1016/j.cej.2010.07.057. 2011>. Acesso em: 02 set. 2014.

SEURING, S.; SARKIS, J.; MULLER, M.; RAO, P. Sustainability and supply chain management - An introduction to the special issue. **Journal of Cleaner Production**, 16, 15, ps. 1545-1551, 2008.

SHARMA, P.; KAUR, H.; SHARMA, M.; SAHORE, V. 2011. A review on applicability of naturally available adsorbents for the removal of hazardous dyes from aqueous waste.

Environmental Monitoring and Assessment, dec. 2011, v. 183, I. 1-4, pp. 151-195.

SILVA, J. V. da. Administração Estratégica Responsável: competitividade e responsabilidade. **Update**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-25, jan./jun., 2014.

SIMANTOB, M. Desmistificando a inovação. Inovar para competir. Aula 1: conceitos, definições e tipologia. Fundação Getulio Vargas. In: SIMANTOB, N.; LIPPI, R. **Guia Valor Econômico de Inovação nas Empresas**. Rio de Janeiro. Ed. Globo, 2003. Disponível em: <<http://fesppr.br/~sandro/Gestao%20de%20Projetos%20e%20da%20Inovacao/Criatividade/inovarparacompetir.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

SORESCU, A.; FRAMBACH, R. T.; SINGH, J.; RANGASWAMY, A.; BRIDGES, C. Innovations in Retail Business Models. **Journal of Retailing**, 87S, m.1, ps. S3-S16, 2011.

SUSARLA, N.; KARIMI, I. A. Integrated supply chain planning for multinational pharmaceutical enterprises. **Computers & Chemical Engineering**, v. 42, ps. 168-177, 2012.

TABRIZI, M. T. F.; D. GLASSER, D.; HILDEBRANDT, D. Wastewater treatment of reactive dyestuffs by ozonation in a semi-batch reactor. **Chemical Engineering Journal**, 166, ps. 662-668, 2011.

TEECE, D. J. Explicating dynamic capabilities: the nature and microfoundations of (sustainable) enterprise performance. **Strategic Management Journal**, 28, v. 13, ps. 1319-1350, 2007.

TEECE, D. J. Business Models, Business Strategy and Innovation. **Long Range Planning**, v. 43, ps. 172-194, 2010.

VIEIRA, P. O que é o core business de uma empresa? 14.12.2012. Site **Administradores**. Disponível em: < <http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/o-que-e-o-core-business-de-uma-empresa/67278/>>. Acesso em: 18 set. 2014.

WCED. World Commission on Environment and Development. BRUNDTLAND, G. **Our common Future**. Report. United Nations, 1987.

WILSON, A. 2008. Eco-promise and production alternatives of synthetic fibers. **ATA Journal for Asia on Textile and Apparel**. 2008. Disponível em: <<http://www.adsaleata.com/Publicity/ePub/lang-eng/article-3023/asid-75/Article.aspx>>. Acesso em: 22 abr. 2013.

WORLD ECONOMIC FORUM. The World Economic Forum Global. **Competitiveness Report 2014-2015**. Disponível em: <<http://www.weforum.org/reports/global-competitiveness-report-2014-2015>>. Acesso em: 03 set. 2014.

YIN, R. K. 2001. **Estudo de Caso – Planejamento e Métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHONG, Q. Q.; YUE, L. Q.; XU, X.; GAO, P. 2011. Preparation, characterization of modified wheat residue and its utilization for the anionic dye removal, **Desalination**, v. 267, ps. 193-200, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – RESUMO DO HISTÓRICO DA SUSTENTABILIDADE

1972	Publicação do Relatório do Clube de Roma (The Limits to Growth) sobre riscos globais dos efeitos da poluição e do esgotamento das fontes de recursos naturais. Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, em Estocolmo, Suécia, com a participação de 113 países. O conceito de Ecodesenvolvimento foi apresentado por Ignacy Sachs, considerado precursor do Desenvolvimento Sustentável.
1975	Elaboração do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (PND-1975/79) que definiu prioridades para o controle da poluição industrial.
1980	Em 1980 surge a noção de Ecologia profunda, que coloca o homem como o componente de sistema ambiental complexo, holístico e unificado.
1983	A ONU criou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento que desenvolveu o paradigma de desenvolvimento sustentável, cujo relatório (<i>Our Common Future</i>) propunha limitação do crescimento populacional, garantia de alimentação, preservação da biodiversidade e ecossistemas, diminuição do consumo de energia e desenvolvimento de tecnologias de fontes energéticas renováveis, aumento da produção industrial a base de tecnologias adaptadas ecologicamente, controle da urbanização e integração campo e cidades menores e a satisfação das necessidades básicas.
1991	A Câmara de Comércio Internacional (CCI) aprovou "Diretrizes Ambientais para a Indústria Mundial", definindo 16 compromissos de gestão ambiental a serem assumidos pelas empresas, conferindo à indústria responsabilidades econômicas e sociais nas ações que interferem com o meio ambiente. Essas diretrizes foram acatadas no Brasil, pelo Comitê Nacional da Câmara de Comércio Internacional, tendo-se criado a Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável.
1992	Realizou-se no Rio de Janeiro a ECO-92 (a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento) na qual foram elaboradas a Carta da Terra (Declaração do Rio) e a Agenda 21, que reflete o consenso global e compromisso político objetivando o desenvolvimento e o compromisso ambiental.
1997	Discutido e negociado em Quioto no Japão, o Protocolo propõe um calendário pelo qual os países-membros teriam obrigação de reduzir a emissão de gases do efeito estufa. Em novembro de 2009, 187 países haviam aderido ao Protocolo.
1999	John Elkington concebeu o <i>Triple Bottom Line</i> (TBL) para ajudar empresas a entrelaçarem os componentes do desenvolvimento sustentável: prosperidade econômica, justiça social e proteção ao meio ambiente em suas operações.
2002	Aconteceu, em Johannesburgo, a conferência mundial denominada Rio + dez, onde se instituiu a iniciativa " <i>Business Action For Sustainable Development</i> ".
2006	O documentário "Uma verdade inconveniente" de Davis Guggenheim (sobre a militância política de Al Gore a quem rendeu o Nobel da Paz em 2007 e dois Oscar) cuja mensagem principal (" <i>become carbon neutral</i> " – tornar-se carbono neutro) se coloca como um novo paradigma planetário.
2009	Realiza-se em Copenhague a 15ª Conferência do Clima (COP 15) das Nações Unidas, evento que reuniu 25 Chefes de Estado.

Fonte: adaptado de Bacha et al. (2010).

APÊNDICE B - ROTEIRO DE ENTREVISTA COM ESPECIALISTAS DA ÁREA

1. O que é considerado sustentabilidade na manufatura do vestuário de moda?
2. O que é considerado inovação tecnológica nesta cadeia?
3. A inovação poderia propor ideias para sustentabilidade nessa cadeia de negócios?
4. A produção do algodão já tem fabricação de fios coloridos, a partir da planta que o produz.
5. A indústria têxtil está aproveitando e desenvolvendo esta possibilidade? Conhece pesquisas nessa área?
6. A estamparia/tinturaria é uma área bastante poluente? Há inovações previstas/pensadas para diminuir este problema?
7. E na indústria de confecção? Você acredita que existam ações que favoreçam a sustentabilidade, reuso de materiais e equipamentos, por exemplo?
8. Hoje li a respeito de uma empresa de calçados infantis que fará uma ação para que o calçado seja devolvido até seis meses após a compra para serem reciclados seus materiais.
9. E nas redes de distribuição dos produtos? O que é entendido como sustentabilidade?
10. Que ações são mais comuns de serem chamadas ou tratadas como "sustentabilidade" nessas redes de empresas que envolvem a manufatura do vestuário de moda?
11. Quais suas sugestões para ações de sustentabilidade para os diversos participantes da manufatura do vestuário de moda?
12. Fazer as sugestões para as áreas que se aplicam o seu conhecimento: Fibras; Fiação; Tecelagem; Indústria de confecção; Varejo; Indústria de aviamentos; Componentes para distribuição; Distribuição; Tinturaria; Estamparia; Bordados; Lavanderia.

APÊNDICE C - PROYECTO PARA DOCTORADO SANDWICH NA UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

SUSTENTABILIDADE NA DISTRIBUIÇÃO DA MANUFATURA DO VESTUÁRIO DE MODA

Universitat Politècnica de València - Doctorado en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro

Supervisor em Valência: Prof. Dr. Eduardo Vicens-Salort

Proyecto: La Sostenibilidad en la Distribución en la Cadena de Moda

Introducción

En la investigación doctoral tiene como objetivo caracterizar la cadena de distribución del producto de la fabricación de prendas de moda como un eslabón importante en esta red de empresas, y de conocer el grado de sostenibilidad, o el conocimiento sobre el tema por los que participan en esta línea de negocio, que tema es una parte importante en este proyecto.

La sostenibilidad se entiende como el uso de los recursos naturales para satisfacer las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de supervivencia de las generaciones futuras (WCED, 1987), se define por los aspectos de la responsabilidad corporativa para el producto que produce, el respeto acordado a los derechos humanos, las prácticas laborales y ética del trabajo, la sociedad y el medio ambiente en general (GRI, 2010). Las empresas están presionadas por la opinión pública y sufrir cargas cada vez mayores de la sociedad que tiene interés en las operaciones de desarrollo y producción cada vez más sostenibles.

Que las compañías más grandes de la responsabilidad en la cadena de moda, puede dar el mejor uso y la producción a gran escala de productos naturales más limpios, necesidad de menos productos químicos en su preparación para la industrialización como fibras naturales de plantas de tallos (cáñamo, yute, lino, malva, ramio), hojas (caroá, sisal y tucum) y frutas y semillas (coco y algodón). La posibilidad de este desarrollo, sin duda podría traer beneficios en términos de sostenibilidad de la cadena de moda en todo el mundo, la promoción de la agricultura familiar y la sensibilización de los consumidores de los productos de la naturaleza.

Muchos acontecimientos internacionales han hecho secciones o días específicos para hacer frente a la moda sostenible. Como es el caso de la Semana de la Moda de Londres, que alberga la Semana de la Moda Ética Londres (Esthetica). En Nueva York, en la pantalla verde (el verde show) es el calendario oficial. En Brasil, a pesar de ser parte del circuito mundial de la moda, no hay acciones "verdes" en la Semana de Moda de Sao Paulo y RioFashion también cuentan con secciones especiales dedicadas a esta causa. Desde el año 2004 entró en el algodón de color São Paulo Fashion Week, y en 2009, en la primavera / verano Prêt à Porter Paris, la feria internacional más importante de la moda en el mundo (ECOFASHIONMAG, 2012). Esta información puede indicar que los consumidores están cambiando su actitud y esta transformación requiere que las empresas se encuentren.

Corrado Clini, el ministro de Medio Ambiente de Italia y militante de la ecología por más de 30 años, que fue de 92 en los acontecimientos mundiales de Río y Río +20, y precursores para promover una agenda de sustentabilidad global, asegura que Europa es de vanguardia desde 1990 y ver una oportunidad para el desarrollo económico, la energía, el transporte, la industria y la agricultura. Según él, muchos marcos regulatorios ambientales nacieron en Europa y se han convertido en global, como normas para autos de alto desempeño, y más recientemente, el reglamento de iluminación que ya ha alcanzado la adhesión mundial (ZAIA, 2012).

Para hacerse una idea, desde 1970 hasta la actualidad, hay 639 directivas europeas en materia de protección del medio ambiente, lo que da una idea de la relevancia del tema despierta en la Unión Europea y del mundo en general (UPM, 2012).

La Universitat Politècnica de València, europea e institución de renombre mundial en el campo de la Ingeniería, PhD. Ingeniería Avanzada de Producción ofrece la Logística y Cadena de Suministro. El curso, multidisciplinar, ha hecho contribuciones importantes en muchos campos de la ciencia y se adapte a la línea de los estudios propuestos en este proyecto.

Objetivos

Las perspectivas y posibles avanzada en Europa sobre el tema, y ser un líder mundial en este sentido, se espera que estudiar y entender las directrices europeas para la sostenibilidad y encontrar maneras de implementar estas políticas en Brasil a partir de estudios realizados in loco.

En segundo lugar, tener se la intención de seleccionar las normas y directrices que pueden ser aplicados en la producción de prendas de vestir y la moda y su distribución con el fin de adaptarlos a la realidad brasileña.

Metodología

La metodología debe desarrollarse en dos etapas:

- 1. Seleccione las políticas europeas que tratan con el tema de la sostenibilidad, los reglamentos y las normas del sector;*
- 2. Seleccione normas o estándares artículos / políticas que se pueden implementar en las condiciones de la producción brasileña.*

En una etapa posterior, como en Brasil, se elaborará:

- 3. Cuestionarios sobre la sostenibilidad en la cadena de moda.*
- 4. Se usará el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para seleccionar las normas más adecuadas para ser implementadas en las condiciones brasileñas de producción.*

Marco teórico

Sostenibilidad en la cadena de moda

La sostenibilidad, como paradigma moderno para la producción de cualquier tipo de producto, la falta de innovaciones que elevan el tema a la agenda de preocupaciones de cualquier sector empresarial. Muchas innovaciones aparecen en la industria textil como telas especiales e inteligente, modificados químicamente de acuerdo con la función que se pretende: proteger, repeler, calentar, enfriar, y se puede evitar el fuego y calentar el cuerpo para su uso en ingeniería, construcción, etc. (Beltrão, 2011). Estos ejemplos, sin embargo, a pesar de que presentan innovaciones importantes no abordan la preocupación acerca de los recursos naturales y la reducción de contaminantes químicos a partir de su fabricación.

Sostenibilidad en cadena de moda se puede ver en muchas maneras. El uso de materias primas y procesos que sean sostenibles reutilizados como fibras de otros materiales tales como tejidos hechos con PET (botellas desechables de plástico) hecho con 50% de poliéster y 50% de PET, algodón impreso o ecológico hecho con colorantes que provocan un impacto ambiental bajo y se crean a partir de agua y libre de metales pesados y de PVC (cloruro de polivinilo), que contaminan el medio ambiente y la eliminación de afectar la salud de los trabajadores que la utilizan (VERDE COLECTIVA, 2012).

Muchos siglos después del inicio del cultivo de algodón, hace unos 30 años, se volvió a estudiar en los Estados Unidos, Perú y Brasil, de manera independiente y al mismo tiempo, el uso del color de la fibra. Sé el manejo orgánico o convencional, ha aumentado el interés en el cultivo de algodón color fibra en el noreste a través de la granja familiar. La razón es el mejor precio obtenido por el agricultor de vender la fibra en comparación con el algodón blanco (Embrapa Algodão, 2012). Producido orgánicamente, sin fertilizantes químicos e insumos, el valor se incrementa aún más, y no tiene que ser teñido y respetar el medio ambiente (Carvalho et al., 2011).

Los productos eco-textiles están libres de los procesos tóxicos. Las ventas mundiales anuales de productos de algodón orgánico, por ejemplo, creció en más del 40% entre 2001 y 2009. El aumento del comercio de prendas de vestir "verde", dirigido grandes empresas a adoptar estrategias de desarrollo sostenible, como Marks & Spencer (Inglés), quien dejó de usar PVC en sus embalajes desde 2007, y Timberland, que se inició la fabricación de calzado de materiales reciclados, orgánicos y renovables (WU et al., 2012).

Resultados esperados

Este proyecto traerá un gran impacto en la aplicación de las directivas europeas y de la producción mundial y la cadena de distribución de la moda brasileña. Esta es una de las industrias más contaminantes y las necesidades de sostenibilidad a formar parte de la lista de preocupaciones de los negocios y el gobierno.

Sugerir avances en los modelos sostenibles para la industria de la moda en los procesos que aún no han tenido este control en diferentes partes de la cadena (textiles, ropa etc.), y la capacidad para trabajar en conjunto con otros tipos de industria de la distribución.

Estos estudios se pueden ampliar a otros negocios cadenas satisfactoriamente, no se limita a la cadena de moda, y no sólo a Brasil. Puede ser creado modelos de sostenibilidad para su aplicación en otras áreas de la producción y otros países de América del Sur. Seguramente esto será una manera de contribuir a la sociedad en general y ayudar a la región a Brasil y se desarrollan mejor en esta área.

Plan de estudios

3 meses: Estudiar las políticas europeas que rigen la sostenibilidad en general.
3 meses: Estudiar las directivas europeas que regulan la sostenibilidad en la cadena de suministro de la moda.
3 meses: Seleccionar estándares/políticas que se pueden aplicar en Brasil.
3 meses: La finalización de la tesis final para los artículos que presentan la aplicación de los conocimientos a la realidad brasileña.

Resultados y Discusiones

Se espera escribir y publicar tres artículos sobre estos temas con el orientador del doctorado y supervisora, docentes responsables en España y Brasil, el profesor Dr. Eduardo Vicens-Salort y Prof. Dr. Irenilza de Alencar Nääs.

Referências

BELTRÃO, I. *Moda e Sustentabilidade*. 2011. Disponível em:

<http://www.closetonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%205171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilidade>. Acesso em: abril 2012.

CARVALHO, L. P.; ANDRADE, F. P. de; SILVA FILHO, J. L. da. *Cultivares De Algodão Colorido No Brasil*. **Rev. bras. ol. fibros.**, Campina Grande, v.15, n.1, p. 37-44, jan./abr. 2011. Disponível em:

[http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15\(1\),37-44,2011.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15(1),37-44,2011.pdf). Acesso em: abril 2012.

COLETIVO VERDE. Sustentabilidade na prática. Disponível em: <http://www.coletivoverde.com.br/camisetassustentaveis/>. Acesso em: abril 2012.

ECOFASHIONMAG. Moda sustentável 2012. Vamos fazer juntos? Disponível em:

<http://www.ecofashionmag.com/portal/tag/sustentabilidade-na-moda/>. Acesso em: abril, 2012.

ELKINGTON, J., 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Capstone, Oxford.

EMBRAPA ALGODÃO. *Informações diversas sobre Algodão e Algodão Colorido*. Disponível em:

<http://www.cnpa.embrapa.br/>. Acesso em: abril 2012. 2012.

GRI. Global Reporting Initiative. 2010. G3 Sustainable Reporting Guidelines. Disponível em:

www.globalreporting.org/aboutGRI. Acesso em: abril 2012.

UPM. *Universidad Politécnica de Madrid*. Disponível em:

http://www.upm.es/portal/site/institucional/template.PAGE/menuitem.027150cb928b90f7a23dd510907c46a8/?javax.portlet.tpst=10664458b2fc00f7a23dd510907c46a8&javax.portlet.prp_10664458b2fc00f7a23dd510907c46a8=cod%3D5.8.d%26cod2%3D5%26orden%3DCENTRO_IMPARTICION%26opcion%3Ddetalle&javax.portlet.begCacheTok=com.vignette.cachetoken&javax.portlet.endCacheTok=com.vignette.cachetoken. Acesso em: 03.10.2012.


WCED Our common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WU, G-C.; DING, J-H.; CHEN, P-S. *The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry.* **International Journal of Production Economics**, Volume 135, Issue 2, February 2012, Pages 618-636. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311002404>. Acesso em: abril 2012.

ZAIA, C. Rio+20: A expectativa da Europa. **Revista Planeta**. Edição 477, junho 2012. Disponível em: <http://www.terra.com.br/revistaplaneta/edicoes/477/artigo260591-2.htm>. Acesso em: outubro 2012.

ANEXOS

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP - VICE-REITORIA DE PESQUISA E PÓS 										
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP										
<p>DADOS DO PROJETO DE PESQUISA</p> <p>Título da Pesquisa: AGRONEGÓCIO, SUSTENTABILIDADE E DISTRIBUIÇÃO NA MANUFATURA DO VESTUÁRIO DE MODA</p> <p>Pesquisador: Solimar Garcia</p> <p>Área Temática:</p> <p>Versão: 1</p> <p>CAAE: 14621113.3.0000.5512</p> <p>Instituição Proponente: Universidade Paulista - UNIP / Vice-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação</p> <p>Patrocinador Principal: Financiamento Próprio</p> <p>DADOS DO PARECER</p> <p>Número do Parecer: 255.012</p> <p>Data da Relatoria: 11/04/2013</p> <p>Apresentação do Projeto: Adequada</p> <p>Objetivo da Pesquisa: adequada</p> <p>Avaliação dos Riscos e Benefícios: não há</p> <p>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Projeto bem elaborado, respeita os princípios éticos</p> <p>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória: todos os termos foram apresentados</p> <p>Recomendações: não há</p> <p>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações: não há</p> <p>Situação do Parecer: Aprovado</p>										
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="border: none;">Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212</td> <td style="border: none;">CEP: 04.026-002</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Bairro: Vila Clementino</td> <td style="border: none;"></td> </tr> <tr> <td style="border: none;">UF: SP</td> <td style="border: none;">Município:</td> </tr> <tr> <td style="border: none;">Telefone: (115)586-4090</td> <td style="border: none;">Fax: (115)586-4073</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="border: none;">E-mail: cep@unip.br</td> </tr> </table>	Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212	CEP: 04.026-002	Bairro: Vila Clementino		UF: SP	Município:	Telefone: (115)586-4090	Fax: (115)586-4073	E-mail: cep@unip.br	
Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212	CEP: 04.026-002									
Bairro: Vila Clementino										
UF: SP	Município:									
Telefone: (115)586-4090	Fax: (115)586-4073									
E-mail: cep@unip.br										

UNIVERSIDADE PAULISTA -
UNIP - VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS



Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

25 de Abril de 2013

Assinador por:
JOSE BARBOSA
(Coordenador)

Endereço: Rua Dr. Barcelar, 1212
Bairro: Vila Clementino
UF: SP Município: CEP: 04.026-002
Telefone: (115)586-4090 Fax: (115)586-4073 E-mail: cep@unip.br

ANEXO B – XXXII ENCONTRO NACIONAL DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENESEP 2012)



XXXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção
Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

O QUE A PRODUÇÃO DO ALGODÃO COLORIDO TEM A VER COM A SUSTENTABILIDADE NA CADEIA DE MANUFATURA DO VESTUÁRIO DE MODA?

Solimar Garcia (UNIP)

solimargarcia@uol.com.br

Jose Benedito Sacomano (UNIP)

sacomano@terra.com.br

Francisca Dantas Mendes (UNIP)

5light5@uol.com.br

A manufatura do vestuário de moda compreende várias redes de empresas, que atuam em conjunto, de forma interdependente, para o sucesso do negócio de todos. O uso do algodão colorido pode ser uma alternativa sustentável para a cadeia têxtil, cuja produção do algodão e o beneficiamento do fio utiliza água e produtos químicos em profusão, o que faz dessa indústria uma das mais poluidoras nos processos produtivos. O objetivo desse trabalho é apresentar a produção do algodão colorido como forma de sustentabilidade que beneficiará toda a cadeia da manufatura do vestuário de moda, melhorando o meio ambiente e atendendo aos anseios do consumidor mais exigente, e aumentando a compreensão sobre o tema. Essa é uma pesquisa exploratória e qualitativa, com análise de material bibliográfico e entrevistas com especialistas da área. A produção dos fios de algodão ecologicamente corretos, que dispensam produtos químicos e alguns processos que economizam água, já existe. Seria uma questão de produzi-los em quantidade, ou ao menos, em maior quantidade para efetivamente promover sustentabilidade na produção de moda.

Palavras-chaves: Engenharia de produção, redes de empresa, cadeia de moda.



1. Introdução

No mundo, a produção de fibras de algodão ocupam 34 milhões de hectares de área, produzindo 70 milhões de toneladas ao ano. A cadeia têxtil consome cerca de 24,6 milhões de toneladas de fibra natural ao ano (MAPA, 2012). O algodão se transforma em fibra utilizada para confecção de tecidos e vestuário que veste a maior parte da população mundial.

O setor têxtil movimenta US\$ 400 bilhões ao ano, no mundo (TEONLINE, 2012). No Brasil, as redes de empresas do setor de moda congregam 30 mil empresas, que fabricam, em média, anualmente, 9,8 bilhões de peças. Quinto maior produtor mundial, e quarto maior parque produtivo de confecção mundial, o setor tem 1,7 milhão de empregos diretos, chegando a oito milhões quando somados aos indiretos, 16,4% do total. O faturamento atingiu US\$ 60,5 bilhões em 2010, e representa 3,5% do PIB nacional, e 5,5% do PIB da indústria de transformação, com crescimento de mais de 10% ante 2009 (ABIT, 2012).

O objetivo desse trabalho é apresentar a produção do algodão colorido como real possibilidade de produto sustentável para o agronegócio brasileiro, capaz de fazer a diferença para as empresas da área têxtil, da moda e para o planeta. Serão apresentados os elementos químicos utilizados nas várias fases do beneficiamento do fio de algodão e a poluição ambiental gerada por esses processos, que não existem quando o fio já nasce colorido, a partir da escolha genética dessas plantas.

2. Referencial teórico

2.1 Cadeia têxtil

A produção de fibras de algodão faz parte da cadeia têxtil, integrando os setores de agropecuária, agroindústria, petroquímica e química, que a abastece em seu eixo principal (fiação, tecelagem, malharia e não tecido) (MENDES *et al.*, 2010). Essa produção serve à indústria de confecção que atenderá ao consumidor por meio de diversos tipos de varejo. No entorno da cadeia têxtil principal e que trabalham em função dela estão empresas de: tinturaria, estamparia, bordados, lavanderia, indústrias de aviamentos, componentes para distribuição e a distribuição, além da indústria química e de máquinas e equipamentos que atende toda a cadeia (MENDES, 2006).

A agricultura consome 88% da água disponível para consumo, a indústria 7%, e os 5% restantes é utilizada para o consumo doméstico. A água, após os processos industriais da cadeia têxtil, volta ao meio ambiente contaminada por produtos químicos, corantes, etc.. A indústria têxtil é responsável por grande volume de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), e suas operações de limpeza, tingimento e acabamento emitem efluentes químicos variados (fluidos que saem de um motor ou equipamento), que podem causar uma série de problemas quando descartados indevidamente. O beneficiamento consiste em vários processos para transformar as matérias-primas têxteis do estado cru em artigos brancos, tingidos, estampados e acabados. As fibras têxteis naturais, como é o caso do algodão, passam pelo processo têxtil da fiação, tecelagem e acabamento. Muitos processos da etapa da fiação (abridores, batedores, cardas, passadores, penteadeiras, maçarocadeiras, filatórios, retorcedoras e conicaleiras) são



secos, não gerando efluentes. Na fase de tecelagem, os fios tingidos ou crus se transformam em tecidos nos teares, processo seco. A desengomagem, próxima etapa, gera efluentes líquidos poluidores. Nos processos de acabamento molhados, se prepara o tecido para ser tingido (coloração uniforme do tecido), estampado (aplicação de um desenho colorido) ou receber acabamento, e esta fase se chama alveamento, que o torna adequado para a finalidade a que se destina. Nessa fase são utilizadas substâncias como água, resina, corantes, tensoativos, etc. (FORGIARINI, 2006).

Martins (1997) realizou um estudo com 10 empresas de beneficiamento de fios para a indústria têxtil e apresentou os seguintes constituintes de despejos no processo produtivo (Tabela 1).

Etapa	Constituintes dos despejos
Engomação	Amido e gomas sintéticas à base de poliacrilatos
Pré-engomação	Umectantes, sais, soda cáustica, sequestrantes e peróxidos
Alveamento	Umectantes, sais, soda cáustica, sequestrantes, peróxido e/ou cloro e neutralizadores
Tingimento	Corantes, sequestrantes, sais, soda cáustica e/ou barrilha
Estamparia	Corantes, soda cáustica e gomas
Lavagem	Detergentes
Amaciamento	Amaciantes e deslizantes

Tabela 1: Despejos gerados no processo produtivo (Fonte: MARTINS, 1997)

O mesmo estudo revela os principais produtos químicos, auxiliares e corantes encontrados em efluente têxtil: corantes à tina, corantes azoicos, corantes dispersos, pigmentos, hidróxido de sódio, ureia, hidrossulfito de sódio, corantes reativos, corantes diretos, corantes enxofre, cloreto de sódio, peróxido de hidrogênio, silicato de sódio, carbonato de sódio, ácido acético glacial, etanol, acetato de sódio, nitrito de sódio, engomantes, aguarás, pasta de estamparia, ligante, fécula de mandioca, bicarbonato de sódio, sulfato de sódio, ácido muriático, sulfato de magnésio, amaciantes, detergentes, sequestrante, umectante, fixador de corante, dispersante, branco ótico, anti-espumante, coloide protetor, igualizante, glicerina branca, anti-migrante, emulgador, lubrificante de engomagem, espessante, anti-oxidante, emulsionante, catalizador, anti-redutor e espumante (MARTINS, 1997):

Segundo a ABIT (2012), os produtos químicos participam em todas as fases da indústria têxtil, ou seja, na fabricação das fibras sintéticas e na produção das naturais, na fiação, na tecelagem e malharia, no pré-tratamento dos tecidos, no tingimento e na estampagem, no acabamento e na espatulagem, na confecção, no varejo, e também quando o produto chega ao consumidor.

Martins (1997) destaca que os corantes são os mais poluentes e aponta os mais comuns, encontrados nas empresas visitadas para seu estudo:



- Reativos – usados para tingir e estampar fibras celulósicas, reagindo quimicamente com o algodão, viscose, linho, lã e seda;
- Azo Pigmentos - Os naftóis usados especialmente em cores vermelho, amarelo e laranja. São empregados em fibras celulósicas, apresentam grau de difícil remoção no tratamento de efluente;
- Ácidos - São corantes que contribuem para o pH do efluente com valores entre 3,5 e 6,0;
- Básicos ou Catiônicos - Possuem cores brilhantes, porém têm baixa fixação. São empregados basicamente para fibras sintéticas como acrílico, seda e lã, e em menor quantidade em fibras naturais como o algodão. Contribuem com despejos alcalinos às estações;
- Diretos - Usados sobre fibras celulósicas, são conhecidos como corantes substantivos. A maioria desses corantes pertence às classes di, tri e poli-azo. São aplicados em banhos neutros ou ligeiramente alcalinos, próximos da ebulição, nas quais foi adicionado cloreto de sódio ou sulfato;
- Vat (Índigo) - Obtido de Indigoferal - Aplicado há 5000 anos antes da introdução do Índigo sintético comercial, é um dos mais antigos corantes conhecidos, obtido de moluscos encontrados nas pedras do Mar Mediterrâneo. A característica destes compostos é o grupo Cetona ($C = O$) o qual é reduzido para forma ($C OH$). Aplicado principalmente para fibras celulósicas;
- Dispersos - São pigmentos e, portanto, insolúveis. Comumente usados no tingimento do polyester, nylon e acrílico. Usados nos banhos sob a forma de dispersão aquosa fina. Quase todos os corantes dispersos são aminas primárias, secundárias ou terciárias dos três tipos principais: (a) aminobenzeno, (b) aminoantraquinona e (c) nitrodiarilaminas.
- Ao Enxofre - São derivados de ácido tiosulfônico, empregados geralmente para obtenção da cor preta, e em fibras celulósicas. Produzem odor desagradável ao efluente, além de dificultarem na remoção final da cor do mesmo.

Os corantes contêm metais pesados em sua composição. O potencial poluidor segue esta ordem: 1º - Ao Enxofre, 2º - Naftol, 3º - Reativo, 4º - Vat (Índigo), 5º - Direto.

Há mais efluentes contaminados quando se usam os corantes ao enxofre, os diretos e os reativos. No estudo apresentado (MARTINS, 1997) são estes os tipos mais comumente empregados. Na produção de 550 t/mês de malha beneficiada, o consumo básico de produtos químicos (Tabela 2).

Produto	Consumo básico t/mês
Sal	60,0
Peróxido	8,0
Barrilha	15,0



Ácido acético	3,0
Outros ácidos	60,0
Corantes reativos	3,2
Corantes enxofre	6,9

Tabela 2: Consumo básico de produtos químicos (Fonte: MARTINS, 1997)

2.2 Sustentabilidade

Sustentabilidade é entender o desenvolvimento como forma de satisfazer as necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade de sobrevivência das gerações futuras (WCED, 1987). Um estudo utilizando seis critérios como indicadores de sustentabilidade (discriminação, abuso dos direitos humanos, trabalho infantil, longas horas de trabalho, concorrência desleal e poluição) para analisar fornecedores da cadeia têxtil, mostrou a poluição como critério principal quando se trata de preocupação com as questões ambientais. A poluição é entendida como a introdução de contaminantes em um ambiente que causa instabilidade, desordem ou dano aos seres vivos (BASKARAN, 2011). A sustentabilidade é definida pelos aspectos de responsabilidade pelo produto que produz, respeito aos direitos humanos, às práticas trabalhistas e ao trabalho digno, à sociedade e ao meio ambiente (GRI, 2010). As empresas são bombardeadas pela opinião pública e sofrem crescente cobrança por parte da sociedade que apresenta interesse no desenvolvimento de indústrias sustentáveis.

2.3 Sustentabilidade na cadeia de moda

A sustentabilidade, como paradigma contemporâneo para a produção de qualquer tipo de produto, carece de inovações que elevem o tema à pauta de preocupações empresariais de qualquer setor. Muitas inovações aparecem na indústria têxtil como tecidos especiais e inteligentes, modificados quimicamente conforme a função a que se destinam: proteger, repelir, aquecer, refrigerar, podendo evitar o fogo e o aquecimento do corpo para uso em engenharia, na construção, etc. (BELTRÃO, 2011). Esses exemplos, no entanto, apesar de apresentarem inovações importantes não contemplam a preocupação com os recursos naturais ou diminuição das químicas poluentes oriundas de sua fabricação.

Sustentabilidade na cadeia de moda pode ser vista sob muitos aspectos. O uso de matérias-primas e processos sustentáveis como fibras que sejam reaproveitadas de outros materiais, como os tecidos feitos com pet (garrafas plásticas descartáveis) elaborados com 50% de poliéster de pet e 50% de algodão, ou ainda as estampas ecológicas, feitas com tintas que causam baixo impacto ambiental e são criadas a partir de água e livres de metais pesados e PVC (cloro de polivinilo), que contaminam o meio ambiente no descarte e afetam a saúde dos trabalhadores que o utilizam (COLETIVO VERDE, 2012).

Os produtos eco-têxteis são livres de processos tóxicos. As vendas globais anuais de produtos de algodão orgânico, por exemplo, cresceu mais de 40% entre 2001 e 2009. O aumento do comércio de produtos de vestuário “verdes” levou grandes empresas a adotar estratégias de desenvolvimento sustentável como a Marks & Spencer que deixou de utilizar PVC em suas embalagens desde 2007, e a Timberland, que passou a fabricar calçados a partir de materiais reciclados, orgânicos e renováveis (WU *et al.*, 2011).



2.4 Algodão

A planta do algodão é produzida em regime de irrigação, com cultivares de fibra de comprimento médio e brancura (reflectância) superior a 60%, característica principal na definição de seu preço internacionalmente. O algodão não é naturalmente branco, e o que faz a fibra ser branca são processos e produtos químicos altamente poluentes, com alvejamentos para torná-lo assim. Se não fosse a ação do homem, não haveria este grau de brancura no fio de algodão. O algodão não é naturalmente branco, existe o algodão de fibra de cor (marrom, verde, amarelo, cinza, bege, creme e outros) e a produção de fios coloridos em larga escala poderia representar uma boa oportunidade para a cadeia têxtil mostrar sua preocupação ambiental com o planeta.

Na produção vegetal do algodão, observada uma mutação genética da planta, é possível produzir algodão colorido que dispensa o tingimento das fibras, economizando água no processo e também dispensando a química das tintas para seu uso. Desenvolvida pela Embrapa Algodão, órgão governamental brasileiro, cujo principal objetivo é gerar e transferir tecnologias de baixo impacto ambiental, entre outros, e facilitar a agricultura familiar, a produção do algodão colorido já era conhecida pelos povos antigos como os Astecas e os Incas há mais de 4.500 anos e por outros povos da Ásia e África (EMBRAPA ALGODÃO, 2012). Muitos séculos após o início do cultivo do algodão e sem o uso da fibra de cor, há cerca de 30 anos, voltou a ser estudado nos Estados Unidos, no Peru e no Brasil, independentemente e ao mesmo tempo. Seja pelo manejo convencional ou orgânico, tem aumentado o interesse pelo cultivo do algodão de fibra colorida na região Nordeste por meio da agricultura familiar. O motivo é o melhor preço obtido pelo agricultor ao comercializar a fibra, comparado ao algodão branco. Produzido de forma orgânica, sem insumos e fertilizantes químicos, o valor aumenta ainda mais, além de não precisar ser tingido e ser ecologicamente correto (CARVALHO *et al.*, 2011).

A partir do ano 2000, o Brasil apresentou as primeiras colheitas do produto BRS 200 Marrom. Em 2002, a variante BRS 200 Verde foi apresentada, época em que também foram introduzidos os estudos para o cultivo orgânico da fibra, sem produtos químicos (pesticidas ou fertilizantes). Desde 2001, a fibra de cor atingiu escala comercial no Estado da Paraíba, e envolve pequenos produtores (áreas entre 1,0 e 3,0 ha), e atinge preço 30 a 40% maior por quilo, em relação ao de fibra de cor branca. Este percentual chegou a quase 200%, em 2002. O produto, social e ecologicamente correto, tem tido aumento da procura nacional e internacional, e é exportado para os Estados Unidos, Alemanha, Portugal, Espanha, Itália, Suíça, França, Inglaterra, Dinamarca, Japão, entre outros (BELTRÃO e CARVALHO, 2004). Passando por menos processos químicos, os fios produzidos a partir do algodão colorido (Figura 1) não polui o ambiente e ainda representam uma economia de cerca de 70% de água no processo de acabamento do tecido. Atualmente, do ponto de vista social, essa produção apresenta-se como fonte de renda para cerca de mil agricultores familiares dos estados da Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte e Ceará. Não foram utilizadas técnicas de transgênicos neste desenvolvimento (EMBRAPA ALGODÃO, 2012).



Figura 1: Fibra de algodão de várias cores. Algodão branco e algodão colorido rubi. A primeira foi a BRS 200 Marrom, lançada em 2000; em seguida veio a BRS Verde, em 2003; e a BRS Safira e a BRS Rubi, ambas em 2005, e, por último, a BRS Topázio, lançada em 2010 (Fonte: EMBRAPA ALGODÃO, 2012).

Muitos eventos internacionais têm apresentado seções ou dias específicos para tratar da moda sustentável. Como é o caso da *London Fashion Week*, que abriga a Semana de Moda Ética Londrina (Esthética). Em Nova Iorque, o *The Green Shows* (A mostra verde) tem calendário oficial. No Brasil, apesar de fazer parte do calendário mundial da moda, as ações “verdes” na São Paulo Fashion Week e na RioFashion não contam ainda com seções especiais dedicadas a essa causa. Em 2004, o algodão colorido entrou na São Paulo Fashion Week, e em 2009, na edição primavera/verão da *Prêt à Porter* de Paris, a mais importante feira internacional de moda do mundo (ECOFASHIONMAG, 2012).

3. Materiais e Métodos

As pesquisas exploratórias são utilizadas para melhorar o conhecimento sobre o problema, e explicitá-lo de forma contundente. Conforme indicam Diehl & Tatim (2004), a partir de um amplo levantamento bibliográfico foi possível realizar entrevistas com especialistas da área e ligados ao problema pesquisado. Os dados foram levantados por meio de entrevistas (dados primários) e por meio de análise de dados secundários (artigos de periódicos científicos da área, revistas e jornais). Assim, foi utilizada a pesquisa qualitativa para descrever esse problema complexo da sustentabilidade na cadeia têxtil e de moda. Esse tipo de pesquisa proporciona apresentar a interpretação dos dados de forma detalhada, oferecendo pontos de vista atuais, holísticos e naturais, com a vantagem de ser mais flexível (SAMPIERI *et al.*, 2006).

A partir de uma pesquisa bibliográfica inicial, foram levantados números e informações para compor um panorama sobre o setor de estudo no Brasil e no mundo. Também foi feita uma prospecção nas bases internacionais na busca de artigos de interesse e informações atualizadas sobre a produção do algodão colorido, com pouquíssimo retorno. Praticamente não há publicações internacionais sobre este tema. Também foram pesquisados os temas responsabilidade social e sustentabilidade.

Após esses passos iniciais foram levantadas questões importantes para compreensão do tema junto ao segmento estudado e proposta uma pesquisa exploratória com roteiros semi-estruturados com dois especialistas da área, pessoas de relevante e reconhecido conhecimento sobre o setor, para levantamento dos dados.



Deve-se aplicar os procedimentos metodológicos com a intenção de ampliar, desenvolver ou alterar conhecimentos que possam ser testados por meio da pesquisa (FACHIN, 2001). Foram feitas cinco perguntas sobre a forma como a indústria trata o assunto sustentabilidade na produção de fios para a tecelagem, cinco questões sobre a utilização de produtos químicos nesses processos, cinco questões sobre a possibilidade da utilização da fibra de algodão colorido na manufatura do vestuário de moda, cinco questões sobre as aplicações reais dessas fibras na manufatura do vestuário de moda, e duas questões sobre a sustentabilidade desse procedimento dentro da cadeia de moda (MENDES, 2012). A análise dos dados e o confronto com os autores são apresentados em Resultados e discussão.

4. Resultados e Discussão

As novas tecnologias e a industrialização das confecções facilitaram a produção em massa de vestuário para consumo rápido, o *prêt-à-porter*, o que tornou a moda mais acessível. Essa oferta, no entanto, passa por vários processos fabris que degradam e usurpam o meio ambiente, provocando um esgotamento de recursos naturais. Ou seja, a moda e a manufatura do vestuário de moda são diametralmente opostas à ideia do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade (REFOSCO *et al.*, 2011).

Neste estudo constatou-se que no beneficiamento têxtil ainda vigoram várias etapas que produzem efluentes líquidos poluidores. Forgiarini (2006) chama a atenção para a variedade de composição dos efluentes em função das muitas técnicas, máquinas, matérias-primas, tecidos, etc. utilizados nos vários processos como a desengomagem, o alvejamento, a lavagem de tecidos, a mercerização, o tingimento, a estamparia e o acabamento de tecidos.

Para pensar nos problemas causados pelos produtos químicos e consumo excessivo de água no segmento, é fundamental que os representantes da cadeia de negócios envolvida com a moda deem um salto qualitativo nessa compreensão. Por enquanto trata-se ainda de um discurso articulado, com poucas mudanças no cenário, como sugerem Refosco *et al.* (2011).

As inovações apoiam os trabalhos da indústria têxtil sempre apresentando produtos químicos menos poluentes, com características específicas para melhorar a qualidade do produto e do trabalho em todos os elos da cadeia têxtil, e oferecer um produto cada vez melhor ao consumidor (ALMEIDA, 2011). Apesar disso, não houve qualquer reversão da situação para o meio ambiente ainda. Desde 2011, o Brasil conta com uma instrução normativa (ORGÂNICOS, 2011) que estabelece o regulamento técnico para Produtos Têxteis Orgânicos Derivados do Algodão, o que é uma oportunidade de negócio para as empresas, que podem agradar cada vez mais seu cliente exigente quando o assunto é sustentabilidade.

Um estudo tratando das ações de responsabilidade social no Brasil e na China mostrou que nenhum dos dois países incorpora as práticas de responsabilidade social empresarial, incluída aí a sustentabilidade, em seus planejamentos estratégicos. Um dos resultados é que o país em que está inserida a empresa faz diferença na hora de adotar ou não essas práticas. O Brasil, apesar de ter vantagens sobre o modelo chinês, ainda dá os primeiros passos nesta direção (ABREU *et al.*, 2012). No lado social, Baskaran *et al.* (2011) apresentaram um estudo de avaliação de fornecedores a partir da adoção de critérios de sustentabilidade na cadeia têxtil, e no caso de fabricantes de vestuário, apontou que a poluição e a concorrência desleal foram critérios importantes para a escolha de parceiros na cadeia de negócios.



Figura 2: Imagens de roupas produzidas com o algodão colorido
Fonte: Natural Fashion

Em Campina Grande, na Paraíba, a Coopnatural, a cooperativa de produção têxtil do estado, compra todo o algodão colorido produzido pelos pequenos produtores. O material passa por dois processos: a fiação e a tecelagem, e as famílias e associações de bairro produzem roupas artesanais (Figura 2) e ecologicamente corretas para a marca Natural Fashion, feitos com o algodão colorido e orgânico (REBOUÇAS e SALGADO, 2009).

4. Conclusões

O uso de produtos químicos no tratamento do algodão para a indústria têxtil é disseminado e utilizado em larga escala, fazendo da cadeia têxtil uma das mais poluentes dos setores industriais, bem como consumidora ampla de água em seus processos.

A produção do algodão colorido em larga escala, que dispensa os produtos químicos nos diversos processos percorridos pela transformação da fibra de algodão em peças de roupas, poderia amenizar esse problema. A produção desse produto em ampla escala poderia facilitar à cadeia de moda o ingresso em formas de produções mais sustentáveis.

Moda sustentável não é mais apenas uma palavra de moda, abusando do trocadilho, mas uma questão de sobrevivência para esta cadeia de negócios, detentora de tantos elos, e que movimenta tanto dinheiro no Brasil e no mundo. A conscientização geral das pessoas, aliada à criação de legislações cujo cumprimento seja fiscalizado de verdade poderiam aumentar a sobrevida de recursos naturais no planeta. Certamente o algodão colorido poderá fazer a diferença.

Referências

- ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil. Disponível em www.abit.com.br. Acesso em abril 2012.
- ABREU, M.C.S. de; CASTRO, F. de.; SOARES, F. de A. & SILVA FILHO, J.C.L. da. *A comparative understanding of corporate social responsibility of textile firms in Brazil and China*. Journal of Cleaner Production, Volume 20, Issue 1, January 2012, Pages 119-126. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652611003106>. Acesso em abril 2012.



ALMEIDA, H. de. *Inovações químicas apoiam a criatividade dos estilistas*. Texto reproduzido da Revista Química e Derivados. Edição nº509 - Maio de 2011. Disponível em <http://www.quimicaederivados.com.br/quimica/index.php?sessao=reportagem&id=893&pagina=1>. Acesso em abril 2012.

BASKARAN, V.; NACHIAPPAN, S. & RAHMAN, S. *Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach*. International Journal of Production Economics, Volume 135, Issue 2, February 2012, Pages 647-658. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311002787>. Acesso em abril 2012.

BELTRÃO, I. *Moda e Sustentabilidade*. 2011. Disponível em <http://www.closetonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%205171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilidade>. Acesso em abril 2012.

BELTRÃO, N.E.M. & CARVALHO, L.P. Algodão Colorido no Brasil, e em Particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Campina Grande, PB. ISSN 0102-0205. Agosto, 2004. Disponível em <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/16943/1/DOC128.PDF>. Acesso em Abril 2012.

CARVALHO, L.P.; ANDRADE, F.P. de. & SILVA FILHO, J.L. da. *Cultivares De Algodão Colorido No Brasil*. Rev. bras. ol. fibras., Campina Grande, v.15, n.1, p. 37-44, jan./abr. 2011. Disponível em [http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15\(1\),37-44,2011.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15(1),37-44,2011.pdf). Acesso em Abril 2012.

COLETIVO VERDE. Sustentabilidade na prática. Disponível em <http://www.coletivoverde.com.br/camisetas-sustentaveis/>. Acesso em abril 2012.

DIEHL, A.A. & TATIM, D.C. *Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas*. São Paulo: Prentice-Hall, 2004.

ECOFASHIONMAG. *Moda sustentável 2012. Vamos fazer juntos?* Available at <http://www.ecofashionmag.com/portal/tag/sustentabilidade-na-moda/>. Accessed on April, 2012.

EMBRAPA ALGODÃO. *Informações diversas sobre Algodão e Algodão Colorido*. Disponível em <http://www.cnpa.embrapa.br/>. Acesso em abril 2012.

FACHIN, O. *Fundamentos de metodologia*. 3ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2001.

FORGIARINI, E. *Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis PelaEnzima Horseradish Peroxidase (HRP)*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – Santa Catarina. Fevereiro 2006.

GRI. Global Reporting Initiative. 2010. G3 Sustainable Reporting Guidelines. Disponível em www.globalreporting.org/aboutGRI. Acesso em abril 2012

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>. Acesso em abril 2012.

MARTINS, G.B.H. *Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias Têxteis de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. 1997. Disponível em www.eps.ufsc.br/disserta97/geruza/cap4.htm. Acesso em abril 2012.

MENDES, F.D. Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia. Tese de doutorado. Universidade Paulista. São Paulo: 2010.

MENDES, F.D. Cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria do vestuário de moda. 209 p. Dissertação Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Paulista. São Paulo: 2006.

MENDES, F.D. *Entrevista com diretora Mendes Consultoria*. 2012. Doutora em Engenharia de Produção com tese Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia. Tese de doutorado. Universidade Paulista. São Paulo: 2010.

NAPOLI, S. Entrevista com gerente de infraestrutura da ABIT. 2012.

NATURAL FASHION. *Catálogo online da Coopnatural Parahyba Organic*. Coleção inverno 2012. Disponível em <http://www.naturalfashion.com.br/colecao/>. Acesso em abril 2012.



ORGÂNICOS. *Instrução normativa nº 23, de 1º de junho de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produtos têxteis orgânicos e derivados de algodão.* Disponível em http://www.prefiraorganicos.com.br/media/57269/in23_texteis_publicada_%20020611.pdf, acesso em abril 2012.

REBOUÇAS, D. & SALGADO, J. *Moda sustentável: uma agulha no palheiro.* Vila Mulher. Disponível em <http://vilamulher.terra.com.br/moda-sustentavel-uma-agulha-no-palheiro-9-4009135-127308-pfi-jacque151336.php>. 23.09.2011. Acesso em abril 2012.

REFOSCO, E. et al. *O novo consumidor de moda e a sustentabilidade.* VII Colóquio de moda. Setembro 2011. Universidade do Minho. Portugal. Disponível em <http://hdl.handle.net/1822/14946>. Acesso em abril 2012.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F. & LUCIO, P.B. *Metodologia de pesquisa.* São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

TEONLINE. Textile Exchange. *Visão geral da indústria.* Disponível em <http://www.teonline.com/industry-overview.html>. Acesso em abril, 2012.

WCED Our common Future. Oxford: Oxford University Press, 1987.

WU, G-C.; DING, J-H. & CHEN, P-S. *The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry.* International Journal of Production Economics, Volume 135, Issue 2, February 2012, Pages 618-636. Disponível em <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311002404>. Acesso em abril 2012.

ANEXO C - *International Conference on Industrial Engineering and Operations Management (ICIEOM 2013)*



THE USE OF COLORED AND ECOLOGICAL COTTON FOR SUSTAINABILITY OF THE FASHION SUPPLY CHAIN

Solimar Garcia (UNIP)

solimargarcia@uol.com.br

Irenilza de Alencar Naas (UNIP)

irenilza@gmail.com

Denise Simoes Dupont Bernini (UNIP)

denise.sdb@gmail.com

The clothing manufacturing comprises several business networks, working together, interdependently, to the success of any business. The use of colored cotton can be a sustainable alternative for the textile chain, whose cotton production and processing of yarn uses water and chemicals in profusion, making this industry one of the most polluting production processes. This is an exploratory and qualitative research, with analysis of publications and interviews with experts in the field. The aim of this paper is to present the production of colored cotton as a form of sustainability that will benefit the entire chain of clothing manufacturing, improving the environment and meeting the aspirations of the most demanding consumer, and increasing understanding of the topic. The production of cotton environmentally friendly, exempting certain chemicals and processes that save water already exist. It would be a matter of producing them in quantity, or at least in greater quantity to effectively promote sustainability in fashion production.

Keywords: Production engineering, enterprise networks, fashion chain.

1 Introduction

Worldwide cotton fiber production occupies 34 million which produces 70 million ton per year (TEONLINE, 2012). The textile supply chain uses near 25 million tons er year of natural fibers (MAPA, 2012). Cotton is processed into fibers, and it is used in the manufacturing of textile, and further on, into apparels to dress the world's population. The textile segment moves nearly US\$ 400 billion per year worldwide (TEONLINE, 2012). In Brazil the supply chain network in the fashion segment aggregates 30 thousand enterprises, which manufactures in average, 10 billion apparel pieces per year. The Brazilian sector is the fifth world largest producer, and the fourth largest manufacturing area, employing 1.7 million workers and reaching nearly 8 million indirect jobs. The segment budget reached US\$ 60 billion in 2011, and it represents 3.5% of the national GNP and 5.5% manufacturing industry GNP, with a growth of around 10% on the results of 2010 (ABIT, 2012).

Brazilian textile industry has nearly 20 years of experience in production, processing and marketing of ecological cotton, developed from genetic selection varieties. This product is natural it does not damage either the environment or the population health it is mostly used by the organic products market, and it is produced in the Northeastern of the country (BELTRÃO and CARVALHO, 2004). The production of organic or ecologic cotton might maintain adequate quality, frequency and quantity in order to preserve a fair price market, which will contribute to the job protection, especially those involved in familiar agriculture. (CARTAXO *et al.*, 2008). However, it is not easy to find data regarding production, financial feasibility, cotton planted area, and studies on this topic rather difficult (RAMOS, 2013).

This research aimed to present the ecologic/organic colored cotton as a feasible sustainable product for Brazilian agribusiness. Chemical components used in the various phases of processing and the environmental pollution related to this matter are presented. Data on white cotton are projected together with the colored cotton for understanding the benefits of reducing environmental contamination.

Methodology

Data on textile (apparel and fashion supply chain network) production and manufacture sustainability in the chemical industry was acquired (SAMPIERI *et al.*, 2006). The found data was subjected to a descriptive analysis regarding sustainability of the product, including social responsibility in the production network.

2 Results and Discussion

It was found the amount of chemical consumption in order to produce 550 t/m of manufactured knitting (Table 1), compared to the non-use of the same products for producing the same quantity of knitting using colored cotton (MARTINS, 1997). In a research carried out in Santa Catarina, South of Brazil, where 25% of the industries are from the textile sector it was found that this segment generates a large amount of toxic effluents (SAUER, 2002). According to Galindo *et al.* (2001), varying from 1% to 15% of the dye of products used in the textile industry are lost in the process of dyeing, leading to the environmental pollution and provoking damages in the water resources (HERRMANN *et al.*, 2001). Another important consumption in the textile/apparel/fashion is the water. To produce 1 kg of yarn or cloth 30L of water is used, mostly in the dyeing, which represents 30% of the final product cost. Santana *et al.* (2002) showed that the use of colored cotton fiber presented good performance in the manufacture, and fewer losses in the process.

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

Table 1: Basic consumption of chemical products and the effluent which pollute the environment, compared to naturally colored cotton.

Chemical product used in usual textile industry	Basic consumption (t/month)	1 -15% of the effluents' products (average t/month) of 10%	Basic consumption of colored/ecologic cotton (t/month)
Salt	60.0	6.0	zero
Peroxide	8.0	0.8	zero
Kelp	15.0	1.5	zero
Acetic acid	3.0	0.3	zero
Other acids	60.0	6.0	zero
Reactive dyes	3.2	0.32	zero
Sulfur dyes	6.9	0.69	zero
TOTAL	156.1	15.61	zero

Adapted from Martins (1997).

Application of new technologies and the automation of industrial process in the manufacture of apparel led to mass production, and quick consumption. The so-called *prêt-à-porter* made fashion accessible worldwide. This excess of offer, however, showed the intensification of processes with consequent intensive use of natural resources facing issues in the sustainability concept (REFOSCO *et al.*, 2011).

The innovations support the development of the textile industry with new less polluting chemical products, and some features to improve the quality of the final product offering a better product to the consumer (ALMEIDA, 2011). The textile industry is responsible for a large volume of waste (solid, liquid and gaseous), and the processes of cleaning, dyeing and finishing emit various chemical effluents (Table 1), which can be the source of a number of issues related to the environment when inadequately discarded (FORGIARINI, 2006). Roughly estimated the total amount of chemical pollution from the textile industry in 2007 was near 1 million tons.

Martins (1997) studied 10 industries, which processed yarn for the textile sector, and identified several chemicals effluent components (Table 2). The study exposes the most usual chemical dyes found in the textile sector, and the results indicate that the most pollutant chemicals are those derivate from sulfur. Forgiarini (2006) found that the range of composition of effluents depends on many factors, amongst them there are specific techniques, machinery, materials, fabrics, etc., which are used in various processes such as degumming, bleaching, washing of fabrics, the mercerisation, the dyeing, printing and finishing fabrics.

Table 2: Dejects generated in the production process

Stage	Components of the dejects
Iron	Starch and synthetic gums based on polyacrylates
Pre-ironing	Humectants, salts, caustic soda, and peroxide
Bleaching	Humectants, salts, caustic soda, sequestrants, peroxide and / or chlorine and neutralizers
Dyeing	Colorants, sequestrants, salts, caustic soda and / or kelp
Stamping	Dyes, caustic soda and gums
Washing	Detergents
Softening	Softeners and sliding

Adapted from Martins (1997)

To reflect on the problems caused by chemicals and excessive water consumption in the segment, it is essential that agents from the supply chain involved with textile/apparel/fashion consider adaptive and gradual changes, as suggested Refosco *et al.* (2011).

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

2.1 Sustainability in the fashion supply chain

Sustainability concept understands the society' development as a way to meet the needs of the present generation, without compromising the ability of future generation's survival (WCED, 1987). A study using six criteria such as sustainability indicators (discrimination, human rights abuses, child labor, long working hours, unfair competition and pollution) to assess suppliers of textile chain, showed that pollution was the main criterion when it comes to environmental issues. (Baskaran et al., 2012). Sustainability is defined by aspects of product liability, human rights, labor practices and appropriate working ambient, society and the environment (GRI, 2010). Many innovations appear in the textile industry as specialty fabrics and intelligent, chemically modified according to the intended function: to protect, repel, heat, cool, and can avoid the fire and heating the body for use in engineering, construction etc. (BELTRÃO, 2011). These examples, however, despite presenting prominent innovations do not necessarily address the concern about natural resources and reduction of pollutants coming from chemical manufacturing.

The so-called eco-textile products are presented as free of toxic processes. Increased trade of clothing products "green" led large companies to adopt sustainable development strategies such as Marks & Spencer who stopped using PVC in their packaging since 2007, and Timberland, which started making shoes from recycled materials, organic and renewable (WU et al., 2012). Between 2001 and 2009 there was an increase of 40% in these products, probably as a demand from the conscious market.

2.2 Ecological and colored cotton

Cotton fiber is not naturally white, and the chemical process of bleaching the fiber are highly polluting. If not for the action of man, there would be this degree of whiteness in cotton yarn. The timeline from 2001 to 2010 is presented in Table 3.

Table 3. Timeline of the development of colored fibers from 2001 to 2010.

Year	Event
2000	Development of the variety BRS 200 Marron
2001	Fiber color begins commercial scale in Paraíba by small producers (areas between 2.0 and 3.0 ha)
2001	Fiber color reaches 30 to 40% higher price per pound relative to white fiber in 2002
2002	Development of the variety BRS Verde
2002	Cultivation of organic fiber begins (without chemicals or fertilizers)
2002	Fiber color reaches 200% higher price per pound relative to white fiber
2005	Development of the variety BRS Rubi
2010	Development of the variety BRS Topázio

Adapted from Embrapa Algodão (2012)

In the production of this fiber, it was found a genetic mutation of the plant which made possible to produce colored cotton releasing its dyeing, saving water in the process, and also dismissing the use of chemicals (EMBRAPA COTTON, 2012). The ecological cotton is produced in sustainable systems, with management and protection of natural resources, without the use of pesticides, genetically modified organisms, chemical fertilizers or other inputs harmful to human health, animal and the environment (BELTRÃO *et al.*, 2009). For nearly 30 years, naturally colored cotton has been studied in the United States, Peru and Brazil. The production of organic fiber has increased in the Northeast of Brazil, through family farming, mainly in the state of Paraíba. The reason is probably the good price obtained by the farmer when selling the fiber, compared to white cotton (CARVALHO et al., 2011).

A study done in Embrapa Cotton station analyzed the performance of industrial BRS Marron, which is a development of over 15 years in the field and in the laboratory, showed that the technological characteristics of fiber and yarn benefit both the producer and processor of the

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

fiber (SANTANA *et al.* 2002). Passing less chemical processes, the yarn produced from colored cotton (Figure 1) does not pollute the environment and still represent savings of nearly 70% water in the finishing process of the fabric. It also presents good productivity (Table 4).



Figure 1: Cotton fiber from various colors
Source: Embrapa Algodão, 2012.

Currently, from the social point of view, this production is an valuable source of income for thousand farmers from the states of Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte and Ceará. There are techniques used in the development of transgenic material being developed nowadays (EMBRAPA COTTON, 2012). There are many visits from foreign investors willing to adopt production technologies, but there are still no numbers on the financial feasibility of this production (RAMOS, 2012). The product, social and environmentally friendly, has had an increase in demand nationally and internationally, and it is exported to the United States, Germany, Portugal, Spain, Italy, Switzerland, France, England, Denmark, Japan, among others (BELTRÃO and CARVALHO, 2004).

Table 4. Cultivars of colored cotton and its productivity.

Cultivar	Color of the plume	Cycle (day)	Productivity (kg)	Yield (%)
BRS200 Marrom	Light Brown	Up to 3 years	1.300	35.9
BRS Verde	Green	120-140	2.146	28
BRS Rubi	Dark Brow	120-140	1.848	35.6
BRS Safira	Dark Brow	120-140	1.915	36.6
BRS Topázio	Light Brown	120-140	2825*	43.5
BRS-187- 8H	White	120-140	1.990	38.6

* Average obtained in irrigated farming in Ceará, Cariri.

** Average obtained at 22 sites in the Brazilian Cerrado
Adapted from the colored collection of Embrapa (2012)

Colored cotton presents greater productivity in percentage (Table 4). However, this exchange from production of white cotton to colored cotton production would require political action to reverse the industrial process, which would cause a significant change in the agribusiness (RAMOS, 2012). Cartaxo *et al.* (2008) show that the semi-arid Northeast has all the conditions of soil and climate for successful productivity colored cotton and ecological with strong aptitude for sustainable cultivation of these products. In the right conditions, even producing 1200 to 1800 pounds of seed cotton per acre, with production costs ranging from \$ 800.00 to \$ 1,200.00 per ha, 70% to 80% of costs labor, as it is usually the family working together. For the authors, this can be changed into mass production in the Northeastern states with a high standard cottons and increasingly social relevance and fair price.

There was a strong demand for organic products in the world market, but there has been also an increase in supply. According to the Organic Exchange, in 2007/2008 crop were produced 145,872 tons of cotton fiber under organic management in over 160 hectares cultivated in 22

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

countries, an increase of 152% compared to 2006/2007 (COTTON FARM AND FIBER REPORT, 2008). In the state of Paraíba it has developed the planting and management of the ecological herbaceous cotton varieties with an annual cycle (BRS 8H), white fiber, BRS Ruby, Sapphire and BRS BRS Verde naturally colored. Although there is no specific legislation for seed production ecological cotton, and organizations that help farmers Paraíba and Embrapa Cotton work in formatting a proposal for improvement of seed quality, with traceability and sovereignty of family farmers in ecological production (SILVA *et al.*, 2009; REBOUÇAS and SALGADO, 2011; RAMOS, 2012).

3 Final Remarks

Cotton is not a naturally white fiber. The excessive use of water associated to the usage of chemicals to treat the cotton textile during processing is damaging natural resources. There is a large scale of colored color (brown, green, yellow, gray, beige, cream and others) and the production of colored yarn and also large-scale ecological could represent a good opportunity to improve textile supply chain sustainability.

Some governmental initiatives may enhance the use of natural colored cotton towards a sustainable activity. Extension support to producers will help to strengthen technical assistance and field schools, financing, production, integration, consolidation and adoption of mechanization through the use of small agricultural machinery of various types, and narrow monitor the market for sale at the right price.

Since 2011, Brazil has a normative instruction (ORGANIC, 2011) establishing technical standards for derivatives Organic Textile Cotton, which is a business opportunity for companies that advocate and invest in sustainability applied to textile/apparel/fashion segment.

References

ABIT. (2012). Associação Brasileira da Indústria Têxtil. . Viewed in abril 2012. Available at: www.abit.com.br

ALMEIDA, H. de. (2011) Inovações químicas apoiam a criatividade dos estilistas. Texto reproduzido da Revista Química e Derivados. Edição nº509 - Maio de 2011. Viewed in abril 2012. Available at:

<http://www.quimicaederivados.com.br/quimica/index.php?sessao=reportagem&id=893&pagina=1>.

BASKARAN, V.; NACHIAPPAN, S. & RAHMAN, S. (2012) Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach. International Journal of Production Economics, Volume 135, Issue 2, February 2012, Pages 647-658. Viewed in abril 2012. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311002787>.

BELTRÃO, I. (2011). Moda e Sustentabilidade. Viewed in abril 2012. Available at: <http://www.closetonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%20/5171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilidade>.

BELTRÃO, N.E.M., CARVALHO, L.P. (2004). Algodão Colorido no Brasil, e em Particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Campina Grande, PB. ISSN 0102-0205. Agosto, 2004. Viewed in Abril 2012. Available at:

<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/16943/1/DOC128.PDF>.

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

- BELTRÃO, N. E. de M.; SILVA, C. A. D.; SUINAGA, F. A.; ARRIEL, N. H. C.; RAMALHO, F. S. (2009) Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o Semi-árido do Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009.
- CARTAXO, W. V.; GUIMARÃES, F.M.; SOARES, J. J.; BELTRÃO, N. E. de M. (2008). Potencialidades da produção de algodão pela agricultura familiar do Nordeste. Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Documentos 202. Campina Grande, PB. 2008.
- CARVALHO, L.P.; ANDRADE, F.P. de., SILVA FILHO, J.L. da. (2011) Cultivares De Algodão Colorido No Brasil. Rev. bras. ol. fibros., Campina Grande, v.15, n.1, p. 37-44, jan./abr. 2011. Viewed in April 2012. Available at: [http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15\(1\),37-44,2011.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/artigos/1512011005_rbof,15(1),37-44,2011.pdf).
- COTTON FARM AND FIBER REPORT. (2008). Organic Exchange, 2010. Viewed in February 2012. Available at: <http://farmhub.textileexchange.org/upload/library/Farm%20and%20fiber%20report/Farm%20%20Fibre%20Predictions%20Report%202011.pdf>
- EMBRAPA ALGODÃO. (2012) Informações diversas sobre Algodão e Algodão Colorido. Viewed in february 2012. Available at: <http://www.cnpa.embrapa.br/>.
- FORGIARINI, E. (2006). Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis Pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP). Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – Santa Catarina. Fevereiro 2006.
- GALINDO C, JACQUES P., KALT A. (2001). Photooxidation of the phenylazonaphthol A020 on TiO₂: kinetic and mechanistic investigations. Chemosphere, v 45, p. 997.
- HERRMANN J. M., VAUTIER M., GUILLARD C. (2001). Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and of indigo carmine. Journal of Catalysis. v. 201, p 46-59.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2012). Viewed in abril 2012. Available at: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>.
- MARTINS, G.B.H. (1997). Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias Têxteis de Santa Catarina. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. 1997. Viewed in february 2012. Available at: www.eps.ufsc.br/disserta97/geruza/cap4.htm.
- ORGÂNICOS. (2011). Instrução normativa nº 23, de 1º de junho de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Produtos têxteis orgânicos e derivados de algodão. Viewed in february 2012. Available at: http://www.prefiraorganicos.com.br/media/57269/in23_texteis_publicada_%20020611.pdf.
- RAMOS, G. (2012). Entrevista com responsável em pesquisas com algodão colorido na Embrapa. 2013.
- REBOUÇAS, D., SALGADO, J. (2011). Moda sustentável: uma agulha no palheiro. Vila Mulher. Viewed in february 2012. Available at: <http://vilamulher.terra.com.br/moda-sustentavel-uma-agulha-no-palheiro-9-4009135-127308-pfi-jacque151336.php>. 23.09.2011.
- REFOSCO, E., MAZZOTTI, K., SOTORIVA, M., BROEGA, A.C. (2011). O novo consumidor de moda e a sustentabilidade. VII Colóquio de moda. Setembro 2011. Universidade do Minho. Portugal. Viewed in abril 2012.

ICIEOM – CIO 2013 – Valladolid, Spain

Available at: <http://hdl.handle.net/1822/14946>.

SAMPIERI, R.H.; COLLADO, C.F. & LUCIO, P.B. (2006). Metodologia de pesquisa. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTANA, J. C. F. de; ANDRADE, J. E. de O.; CARNEIRO, E.; FREIRE, E. C.; WANDERLEY, M. J. R. (2002). Desempenho Industrial da Fibra, do Fio e da Malha do Algodão BRS 200 Marrom, em Filatório Open-End. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa. Circular Técnica 62. Paraíba, 2002.

SILVA, M.N.B. da; ALVES, G. da S.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. (2009). Manejo Cultural do Algodoeiro Agroecológico no Semiárido Brasileiro. Circular Técnica 126. Embrapa. 2009.

TEONLINE. Textile Exchange. Visão geral da indústria. (2012). Viewed in february 2012. Available at:

<http://www.teonline.com/industry-overview.html>.

WCED. (1987). World Commission on Environment and Development. Our common Future. Oxford: Oxford

University Press, 1987. Oxford: Oxford University Press.

WU, G-C.; DING, J-H., CHEN, P-S. (2012). The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry. International Journal of Production Economics, Volume 135, Issue 2, February 2012, Pages 618-636. Viewed in february 2012. Available at:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527311002404>.

Anexo D - 22nd International Conference on Production Research (ICPR 2013)

22nd International Conference on Production Research

Sustainability scenario in the fashion apparel manufacturing in Brazil

Abstract

The fashion segment is composed by various business networks working together interdependently, aiming at the business success of all of them. Endowed with great capillarity, these networks are formed by companies from various industries and types of products, and they use several forms of retail distribution. This paper aimed to overview the way the fashion apparel production and retail distribution chain applies the concepts of sustainability. The case study was an exploratory investigation, and it was based on interviews of professionals related to the sector. The results indicate that the apparel supply chain is still regarding the subject of sustainability in an isolated and incipient way. No main action towards the improvement of this matter within the supply chain was detected. We hope that the sector's entrepreneurs may reach the needed ecological consciousness soon, in order to deal with this question in a more urgent and wide way.

Keywords: industrial engineering; supply network; fashion supply chain

1 INTRODUCTION

The textile segment has a financial movement worldwide of US\$ 400 billion per year [26]. In Brazil this segment aggregates 30 thousand enterprises which produce 12.6% of the total volume produced outside Asia, adding to near 10 billion pieces. The segment has nearly 2 million direct employees, reaching 8 million positions (16% of the total) when indirect jobs are computed. The segment is the second largest employer within the processing industry. In 2011 the financial gain of the sector reached US\$ 60 billion was due to the internal market that absorbed 92% of national production, and which represents 3.5% of the national GNP and 5.5% of the processing industry [16]. It was also registered an increase of 10% from 2010 to 2011 [1, 16].

The main alliance of the textile supply chain is made by several areas; amongst them we can enhance the fibers', the agricultural, petroleum and chemical industry, which serve as input in the core textile industry producing [18]. From this point the textiles and other supplies follow to the manufactures to be manufactured into apparels. This sector is still organized by the segments of market such as shops' dealers, large magazines retailers, small shops, and also the 'door to door' distribution. The textile industry is responsible for a large volume of residues (solid, liquid and gaseous), and the operations of cleaning, dye and finishing emit a large variety of chemical effluents which may cause serious problems when not appropriately discarded. The industry processing aggregates various processes for transforming raw material into textile and apparel; however, some of these processes are dried and do not generate effluents, such as spinning and weaving. In the other hand, the processes of bleaching, finishing, and stamping, for instance are highly pollutant [10].

Brazilian textile industry is a significant activity within the cotton supply chain, with a yearly production of 1.5 million tons, for an internal market of 900 thousand tons [1]. However, it is not known if this scenario encompasses environmental sustainability. Due to the high and quick changes in the fashion, textile production is quite dynamic [9]. This points out towards the lack of sustainability and durability of products in the segment, as its lifetime is generally very short [6].

This research evaluates the understanding of the concept of sustainability applied to the fashion manufacture supply chain, and presents suggestions to improve its application.

1.1 Methodology

A qualitative research with a sample of five specialists was conducted using a set of interviews. They were from the distinct segments of the Brazilian textile supply chain: fibers, processing, spinning and weaving, manufacturing and retail. In the interviews, the applied questions were related to ideas towards the theme of sustainability in this sector, as suggested by [2, 4, 8]. From these interviews seven questions were selected and analyzed (Table 1) [15].

Table 1. Questions asked regarding sustainability and innovation applied to textile and fashion supply chain.

Question	
Technological innovation may favor sustainability?	A
Textile industries make good use of technological innovation (natural colorful cotton)?	B
Is there innovation available to decrease the problems in chemical procedures during textile manufacturing?	C
Is there innovation applied in the area of manufacturing of clothing fashion?	D
Do you know about the concept of sustainability?	E
Are you aware of the concept of technological innovation?	F
Is there sustainability within the apparel supply chain?	G

The interviewed professionals were allowed to answer beyond the question asked, and they were invited to add their personal view on the matter. They were fully informed of the objectives of this research, and authorized the use of their answers in this study. A descriptive analysis of the answers was performed.

2 RESULTS AND DISCUSSION

The answers are summarized in Figure 1. They indicate that 20% of the interviewed believe that technological innovation may favor the application of sustainability in

fashion supply chain. From the total, 40% do not believe in innovation applied to fashion supply chain, and another 40% were not aware of the concept (A). This question answers add up to 80% for the answers of 'no' and do 'not know', in opposite of the result of question G, when 100% of the answers were aware of the sustainability and innovation concepts. Innovation is usually the most appropriate way of accomplishing the changes towards sustainability in manufacturing process, and apparently this was not well understood by the interviewed professionals.

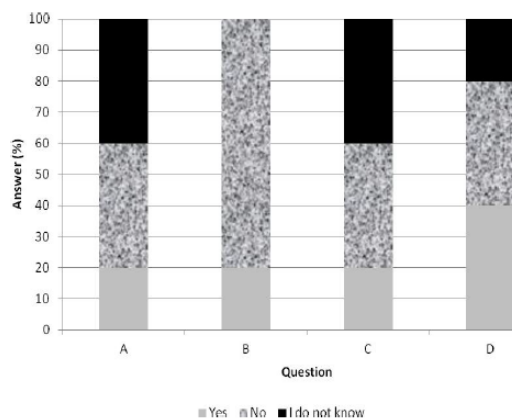


Figure 1. Overall scenario of the interviewers' answers in relation to the questions of sustainability and innovation concepts applied to the fashion supply chain.

For 80% of the answers of question B the results of innovation use in the sector have not efficiently being applied, leading to lack in potential applications. A good example is naturally colored cotton, which is sustainable, free of the use of chemical in the processing, but hardly used nowadays by the cotton industry. The other 20% believe that the industry is using this new innovation opportunities in an adequate way.

In question C 40% of the interviewed were not able to state if fashion production is using current technological innovations from the chemical industry. Another 40% emphasize that those innovations are not used, and only 20% believe that there is good use of technological innovations in the sector. In the question related to manufacturing just 20% are not aware that technological innovations are applied to improve the sector sustainability. For 40% of the answers, technological innovation is part of the industry daily routine, and the remain 40% believed that fashion industry simply do not use technological innovation (question D). Some questions reached 100% of identical answers, such as E, F and G (Table 1). This indicates that all interviewed are aware of sustainability and technological innovation concepts, and believe that those concepts are applied to the Brazilian textile, apparel and fashion industry.

A professional from the textile supply chain [20] indicates that this industry is highly compromised with the issues of sustainability and it develops methods and processes in order to ensure savings of natural resources, such as the water. However, according to [20] the society does not comprehend the theme appropriately, and investments need to be made towards the improvement of this matter.

A solution may rely in investments in education, which is an initiative that needs to be taken in agreement with the segments of industry, government and market altogether.

The large industries function following current legislation in the issue of sustainability. The major issue in this sector is the small enterprises which are hardly enforced, and sometimes operates in the margin of the law [23]. Nowadays in São Paulo the license to run an industry of this sector is highly demanding in the topic of water usage and effluents [20].

The search for clothes that give out or minimize the use of toxic dyes and raw materials such as cotton, produced without pesticides, and reducing the generation of wastes and polluting inputs and packaging has not only embraced by conscious consumers, but also influenced large companies. The industry generally wish to improve or maintain a positive brand identity, favoring the sustainability concept. The environmental awareness of consumers makes the difference in the financial performance of companies that embrace environmental values and sustainability in its supply chain, providing reduction of pollution in their activities [2, 12, 17, 28]. In this direction, initiatives towards reuse of materials are also a reality in various places worldwide, including in Brazil [17, 23, 28].

It has been a requirement for worldwide governments, public and private organizations, universities, and the society in general to become familiar with the concept of sustainable development, which increased by the climate change events and environmental crisis [14]. Building strong partnerships may help to improve business results by involving experts in related areas. There are movements around the world and in Brazil already seeking viable solutions to transform textile industry in a more sustainable business [28]. Reducing the use of water in some of the industrial processes may be an essential goal, not only in Brazil, but also in producing countries like China and India [19; 27; 29].

Innovation in this sector appear in several ways, and it call the attention to the alleged 'intelligent textile', or yet the 'chemical modified' textile, with a sophisticate use of material engineering [3]. However, little is known regarding the sustainability of this new industry' developments.

In the retail segment of the supply chain, the addition of value when facing innovation related to organic material is proven to increase added value and the initiative helps improving further segments of the production such as the agricultural industry, which produces the raw material [22, 25]. Also other initiatives towards added value in 'green' actions worldwide may reflect in the textile market as the buyers become more aware of sustainability issues [11]. In the long run, industries need to be prepared to meet the new 'green' market demand. Organic cotton direct and indirect sales increased 40% between 2001 and 2009 leading retailers such as Mark & Spencer® in the United Kingdom to avoid the use of PVC in their bags after 2007. Similar initiative was adopted by the brand Timberland®, which started to manufacture shoes using recycled, organic and renewable materials [31].

As long as the consumer changes its demands, the market aims to fulfill them as soon as possible. The proposal of

the use of 'green' products in the textile business along with other initiatives towards the issues of sustainability, social responsibility, and fair trade is a reality, and it should be ultimately added to the apparel and fashion supply chain [5, 7, 13, 24].

4 FINAL REMARKS

Nowadays, worldwide fashion products are hardly related to the concepts of sustainability, despite few isolated initiatives. Different from other industrial segments, textile and fashion industry is still dispersing from the compromise of sustainable development. Amongst the sustainable initiative that may change this scenario it is the naturally colored cotton innovation, which represents a clear advancement mainly in the agribusiness of developing countries.

Despite this scenario, some Brazilian professionals involved in the sector recognize the important of the use of sustainability concept in the manufacturing process, and agree that, through the use of technological innovation, new ideas could gradually induce some changes.

Implementing sustainability in the textile, apparel and fashion supply chain may represent an additional input of production cost. A suggestion for managing this issue could be the adoption of a specific tax applied to one of the chain's ties. Specific actions such as a tariff contract between collaborative industries aiming special actions towards sustainability should also be adopted. Above all, quantifying the impact of today's processing manufacturing procedure and adopting actions to reduce pollution is welcome. For instance, the adoption of ISO 14000 in the scope of textile manufacturing would be an outstanding initiative that could gradually adjust the process to a new age of textile, apparel and fashion manufacturing.

5 REFERENCES

- [1] Abit. Associação Brasileira da Indústria Têxtil. 2012. Available in www.abit.com.br. Accessed on April 2012.
- [2] Baskaran V.; Nachiappan S.; Rahman S. 2012. *Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach*. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 647-658.
- [3] Beltrão I. 2011. *Moda e Sustentabilidade*. Available in <http://www.closetonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%205171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilidade>. Accessed in april 2012.
- [4] Caniato F., Caridi, M., Crippa, L., Moretto, A. 2012. Environmental sustainability in fashion supply chains: An exploratory case based research. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 659-670.
- [5] Coletivo Verde. 2012. Entrevista com responsável pelo site *Sustentabilidade na prática*. Available in <http://www.coletivoverde.com.br/camisetas-sustentaveis/>. Accessed on april 2012.
- [6] Della Múa L.F. 2011. *Moda e sustentabilidade: um paradoxo*. Available in <http://www.autossustentavel.com/2011/10/moda-e-sustentabilidade-um-paradoxo.html>. Accessed on abril 2012.
- [7] Ecofashionmag. 2012. *Moda sustentável 2012. Vamos fazer juntos?* Available in <http://www.ecofashionmag.com/portal/tag/sustentabilidade-na-moda/>. Accessed on April, 2012.
- [8] Eisenhardt K.M. 1989. Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management. The Academy of Management Review*; v. 14, n. 4.
- [9] Feghali M.K.; Dwyer D. 2004. *As engrenagens da moda*. Rio de Janeiro: Ed. Senac Rio, 160p.
- [10] Forgiarini, E. 2006. *Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis Pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP)*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – Santa Catarina. Fevereiro 2006.
- [11] Ghosh D., Shah J. A comparative analysis of greening policies across supply chain structures. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 568-583.
- [12] Gri. Global Reporting Initiative. 2010. *G3 Sustainable Reporting Guidelines*. Available in www.globalreporting.org/aboutGRI. Accessed in April 2012.
- [13] Lo C.K.Y., Yeung A.C.L., Cheng, T.C.E. 2012. The impact of environmental management systems on financial performance in fashion and textiles industries. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 561-567.
- [14] Marcos J.R., Schülte N.K. 2009. Ecodesign, Sustentabilidade e o Projeto Limonada. In: *Revista Moda Palavra*, v.3, Jan 2009. p. 57-70.
- [15] Martins R.A. 2010. *Abordagens Quantitativa e Qualitativa*. In *Metodologia de Pesquisa em Engenharia de Produção e Gestão de Operações*. Miguel P.A.C. (org). Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [16] Mdic. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. *Cadeia produtiva têxtil e de confecções*. Available in <http://www.mdic.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=2&menu=316>. 2012. Accessed on june 2012.
- [17] Mendes F.D. 2012. *Entrevista com diretora Mendes Consultoria*. 2012. Doutora em Engenharia de Produção com tese Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia. Tese de doutorado. Universidade Paulista. São Paulo.
- [18] Mendes F.D., Sacomano J.B., Fusco J.P.A. 2009. *Rede de empresas. A cadeia têxtil e as estratégias de manufatura na indústria brasileira do vestuário de moda*. São Paulo: Arte & Ciência.
- [19] Nagurney A., Yu, M. 2012. Sustainable fashion supply chain management under oligopolistic competition and brand differentiation. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 532-540.
- [20] Napoli S. 2012. *Interview with manager of infrastrucur of ABIT*. 2012.

[21] Porter M.E. 1992. Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Campus.

[22] Rieple A., Singh R. 2010. A value chain analysis of the organic cotton industry: The case of UK retailers and Indian suppliers. *Ecological Economics*, v. 69, n. 11, p. 2292-2302.

[23] Romito F. 2012. Entrevista com o autor da dissertação Produção de moda masculina - o contexto da cadeia têxtil e mercado. 2008. Universidade Paulista. São Paulo.

[24] Schülte N.K., Lopes L. 2008. Sustentabilidade ambiental: um desafio para a moda. *Moda Palavra*, ano 1, n.2.

[25] Sorescu A., Frambach RT., Singh J., Rangaswam A. 2011. Innovations in Retail Business Models. *Journal of Retailing*, v. 87, Sup. 1, p. S3-S16. Available at <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024435911000340>. Accessed on May 2012.

[26] Teonline. Textile Exchange. 2012. Visão geral da indústria. Available in <http://www.teonline.com/industry-overview.html>. Accessed on april, 2012.

[27] Tucker R. 2010. NRDC tackles China's textile pollution. *Women's Wear Daily*, June 29.

[28] Tutia R. 2012. Entrevista pessoal com autora da dissertação de Mestrado A Gestão da Cadeia de Suprimentos e o *Outsourcing* como Estratégia da Manufatura do Vestuário de Moda, 2008, Universidade Paulista Unip.

[29] UPI.COM. 2010. *Jeans add to Pearl River's pollution woes*. Extracted September 15, 2010. Available in http://www.upi.com/Science_News/Resource-Wars/2010/04/29/Jeans-add-to-Pearl-Rivers-pollutionwoes/UPI-37351272566965/S. Accessed on april 2012.

[30] WCED. World Commission on Environment and Development. Our common Future. 1987. Oxford: Oxford University Press, 1987. Oxford: Oxford University Press.

[31] Wu G.C., Ding J.H., Chen, P.S. 2012. The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry. *International Journal of Production Economics*, v. 135, n. 2, p. 618-636.

ANEXO G - ARTIGO REVISTA *INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION MANAGEMENT AND ENGINEERING (IJPME)*



<http://dx.doi.org/10.4995/ijpme.2014.1744>
Received 2013-10-08 - Accepted 2014-05-22

Textile industry can be less pollutant: introducing naturally colored cotton

Solimar Garcia^a and Irenilza de Alencar Nãas^a

Universidade Paulista UNIP - Rua Dr. Bacelar, 1212, 4º andar, Vila Clementino, São Paulo, SP, CEP: 04026-002, Brazil.
^a solimargarcia10@gmail.com
^a irenilza@gmail.com

Abstract: Studies in agribusiness and textile industry, both involved with the production of manufacturing fashion presents insufficient development for new products that could represent water savings or reduction of chemical effluents, making this production chain a sustainable business. This paper introduces the colored and organic cotton as an alternative to foster colored cotton producing farmers and improving the concept of sustainability in the textile sector. Results show that the increase in the production of colored and organic cotton may result in reduction of water use, and consequent reduction in the disposal of effluents in nature. As the colored and organic cotton is produced by small farmers, governmental agencies are required to participate in the effort of improving its production and distribution, providing the needed infrastructure to meet the increasing business. This action would slowly encourage the reduction of white cotton consumption in exchange for this naturally colored product. The water used, and consequent polluted discharge in the use of colored cotton in the textile industry might be reduced by 70%, assuming a reduction of environmental impact of 5% per year would represent expressive numbers in the next ten years.

Key words: Agribusiness Chain, Supply Chain, Sustainability in the Fashion Industry.

1. Introduction

Worldwide the production of cotton fibers reach 70 million tons per year, occupying near 10% of arable land, reaching 34 million ha. The consumption of cotton in the textile fiber chain reaches 24.6 million tons per year transforming into various garments for apparel, hospitals linen, uniforms, etc. The textile chain has a turnover of US\$ 400 billion per year (Mapa, 2012). Brazil is the fourth largest producer of apparel, and it is the world's fifth largest producer, with near 30 thousand industries, which manufactures annually, near 10 billion pieces, and employing (directly and indirectly) 8 million workers, representing 16.4% of formal employment in the country. The sector revenues reached U.S. \$ 60.5 billion in 2011, representing 3.5% of Brazilian total GDP, and 5.5% of the manufacturing industry in the country's GDP, a growth that exceeded 10% compared to 2010 (Abit, 2012).

Brazil has the highest productivity rates among leading cotton producer countries. As a result from the investigation for almost 20 years of Embrapa

Cotton (Brazilian Enterprise in Agriculture, a governmental agency) a genetic seed of colored cotton was developed, along with special experience in its production, processing and marketing. Available in different shades of brown, the agroecological cotton does not need to be tinted, and because of that it does not impact either in peoples' health or the environment. The cotton cultivated variety was developed to minimize the use of chemical during production and processing, being a product that can be used by the organic market (Table 4, Figure 1).

According to Beltrão *et al.* (2009), this production has been developed mainly in the Northeast of Brazil, especially in the state of Paraíba and put Brazil in the global market of organic cotton. To keep the business at a fair price, however, quality and reliability of production needs to be dependable for ensuring the availability of jobs in family farming (Cartaxo *et al.*, 2008). From 2007, 265,517 bales of organic cotton were produced in 24 countries, and global production grew almost 50% per year (Ota, 2009). This paper deals with the production of agro-

Garcia, S. & de Alencar Nääs, I.

ecological and colored cotton as a real possibility of sustainable product for Brazilian agribusiness, showing the benefits in terms of water saving and effluent reduction in relation to the production of white cotton, over a period of ten years.

2. Methodology

A literature review was done on the subject of cotton and colored cotton production. Data were collected in former studies on the production of colored and organic cotton including the quantification of industries' use of water, quantity and quality of effluents, and chemicals involved in the various phases of processing (Galindo *et al.*, 2001; Sauer, 2002; Beltrão and Carvalho, 2004; Forgiarini, 2006; Beltrão *et al.*, 2009; Abit, 2012). Data on sustainability principles and social responsibility regarding family farming was also searched (Refosco *et al.*, 2011; Abreu *et al.*, 2012; Baskaran *et al.*, 2012).

This study was approved by the Ethics Committee of the Universidade Paulista. The figures obtained were subjected to a descriptive analysis to present a projection on possible savings in water use when colored cotton is used when compared to white cotton. Reduction of effluent was also accounted when considering the textile industrial processes.

3. Results and Discussion

3.1. Textile production chain chemical components output

Fashion production chain is represented by several industries such as agroindustry and the chemical industry fueling its main stream (spinning, weaving, knitting and non-woven materials (Mendes, 2010). These cotton fibers supply the clothing industry to cater to the customer for different types of retail, and this value chain is highly polluting and aggressive by nature excessive water consumption (Table 3), as well as by dumping effluents in nature (Table 1).

Studying ten cotton processing textile industries, Martins (1997) identified the reject the industry produces. These processes occur at all stages of the textile industry (manufacturing synthetic fibers and natural, spinning, weaving and knitting, pretreatment of fabrics, dyeing, printing, finishing, manufacturing, retail) (Forgiarini, 2006).

The use of water in the processing phases for producing 1 ton of knitting is also very high. Table 2 shows that the reduction on the use of water

Table 1. Dejects generated in the production process (source: Adapted from Beltrão *et al.* (2004); Galindo *et al.* (2001) and Martins (1997)).

Phase	Components of the dejects
Pre-ironing	Humectants, salts, caustic soda, and peroxide
Ironing	Starch and synthetic gums based on poly-acrylate
Bleaching	Humectants, salts, caustic soda, sequestrates, peroxide and / or chlorine and neutralizers
Dyeing	Colorants, sequestrates, salts, caustic soda and / or kelp
Stamping	Dyes, caustic soda and gums
Washing	Detergents
Softening	Softeners and sliding

is approximately 70% for processing the colored and ecologic cotton, as indicated by Baskaran *et al.* (2012).

The study of the chemical processes involved in the textile industry uses large amounts of water, and the environment around it becomes contaminated by chemicals and dyes after the industrial process. The waste in all its states (solid, liquid and gaseous), and the operations of bleaching dyeing and finishing effluents emit various chemical, which can cause problems for people and the environment when improperly discarded. The processing of cotton yarn is also to various processes for transforming raw materials of the textile articles in a natural state white, dyed, printed and finished as well as downsizing, produce polluting effluents. In the complexity surrounding the textile chain, there are still wet finishing processes in which prepares the fabric to be dyed, print by color or design or receive finishing. Substances such as water, resins, dyes and surfactants are used in this phase of the process (Forgiarini, 2006).

The main chemical products and dyes found in textile effluent are from various origins (Martins, 1997), and the author highlights the most polluting

Table 2. Basic water consumption for producing 1 ton of processed 1 ton of white cotton (source: the authors).

Water consumption for processing (1 ton/month)	Unit (L/month)
White cotton	30 10 ³
Colored or ecologic cotton	9 10 ³

Textile industry can be less pollutant: introducing naturally colored cotton

Table 3. Basic consumption of chemical products used in usual textile industry and the effluent which pollute the environment, compared to naturally colored cotton (source: adapted from Galindo *et al.* (2001) and Martins (1997)).

Chemical products	Basic consumption (t/month)	Basic Consumption (t/month/year)	Assumption (av. of 10% t/month)	Effluents (av. of 10% t/month/year)
Salt	60	720 10 ³	12	144 10 ³
Peroxide	8	96 10 ³	1,6	19 10 ³
Kelp	15	180 10 ³	3	36 10 ³
Acetic acid	3	36 10 ³	0,6	7 10 ³
Other acids	60	720 10 ³	12	144 10 ³
Reactive dyes	3.2	38 10 ³	0,64	7,680
Sulfur dyes	6.9	82 10 ³	1,38	16,560
Total	312.2 t/month	1,873 10³	31.22 t/month	374,640

dyes and the most commonly found in the industries visited for their study. The author indicates that products, which are derived from sulfur dyes, exhibit more contaminated effluents, and presents the most chemicals used in textile production (Table 3).

A projection for the use of mesh chemicals for producing approximately 1000 tons of textile/month is projected in table 3.

Representing 25% of the Brazilian industrial sector, the textile segment of the state of Santa Catarina is one which somehow neglects the impact this activity may cause to the environment, producing excessive amounts of toxic effluents without treatment (Sauer, 2002). Estimation for the use of mesh chemicals for producing approximately 1000 tons of textile/month is projected showing a significant number of effluents, agreeing with Galindo *et al.* (2001) and Herrmann *et al.* (2011) and representing a significant impact on environmental contamination and aquatic life. The authors state that about 1% to 15% of the dyes used by the textile industries are lost in the dyeing process and, in overall, released in effluents. These findings

also agree with other authors (Herrmann *et al.*, 2011), and table 4 shows data related to this issue.

These results on the reduction of polluted wastewater and water consumption would be an attractive argument for improving production of colored and agroecological cotton, or investing more in research and development of this product. However, the government's investment in new technologies is primarily directed to large agricultural enterprises, leaving the small farmers with little if none support.

Table 4 shows the use of water and waste dumped in nature in the past ten years, during the production of cotton. The production of cotton designed with the same consumption for the next 10 years is shown in table 5. Data on table 6 show cotton production with a reduction of 5%, which would be a possibility of increasing production of colored cotton, reducing water usage, and also projecting 5% reduction in waste over the next ten years.

In table 6, it can be observed the development of the next ten years, from one production of white cotton 5% lower than expected, which could be transformed

Table 4. Total of production, water consumption and chemical effluents in ten year ago with cotton production (source: IEMI (2012); Mapa (2012)).

Year	Production 1000 tons	H ₂ O Consumption 1000 tons	Chemical Effluents 1000 tons
2000/2001	1.511	543.960 10 ⁶	566.081.10 ⁶
2001/2002	1.245	448.200 10 ⁶	466.426. 10 ⁶
2002/2003	1.365	491.400 10 ⁶	511.383. 10 ⁶
2003/2004	2.099	755.640 10 ⁶	786.369. 10 ⁶
2004/2005	2.129	766.440 10 ⁶	797.608. 10 ⁶
2005/2006	1.038	373.680 10 ⁶	388.876. 10 ⁶
2006/2007	1.524	548.640 10 ⁶	570.951. 10 ⁶
2007/2008	1.602	576.720 10 ⁶	600.173. 10 ⁶
2008/2009	1.411	507.960 10 ⁶	528.617. 10 ⁶
2009/2010	1.194	429.840 10 ⁶	447.320. 10 ⁶
2010/2011	2.052	738.720 10 ⁶	768.761. 10 ⁶
Total	17.170	6.181.200 10⁶	6.432.568. 10⁶

Garcia, S. & de Alencar Nääs, I.

Table 5. Projection, water consumption and chemical effluents in next ten years (source: adapted IEMI (2012), Mapa (2012)).

Year	H ₂ O		Chemical Effluents
	Projection 1000 tons	Consumption 1000 tons	
2011/2012	2.155	775.800 10 ⁶	807.349 10 ⁶
2012/2013	1.563	562.680 10 ⁶	585.562 10 ⁶
2013/2014	1.543	555.480 10 ⁶	578.069 10 ⁶
2014/2015	2.309	831.240 10 ⁶	865.043 10 ⁶
2015/2016	2.504	901.440 10 ⁶	938.098 10 ⁶
2016/2017	1.912	688.320 10 ⁶	716.311 10 ⁶
2017/2018	1.892	681.120 10 ⁶	708.818 10 ⁶
2018/2019	2.658	956.880 10 ⁶	995.793 10 ⁶
2019/2020	2.853	1.027.080 10 ⁶	1.068.847 10 ⁶
2020/2021	2.261	813.960 10 ⁶	847.061 10 ⁶
2021/2022	2.241	806.760 10 ⁶	839.568 10 ⁶
Total	23.891	8.600.760 10⁶	8.950.524 10⁶

in cotton production and organic colored. It can also be noted the result in the reduction of water use of 70% (for these 5% less), and also assume a drop of 5% per year in the fall of effluents dumped in nature in the same period (Mapa, 2012).

The intensive use of the raw material for textile industries (Damiano, 2003), and the increasing interest by consumers in the use of green products (Demir *et al.*, 2010), has led to the augment in the research on colored fibers. The focus has been mainly to reduce the use of dyes, as it is a carcinogenic material (Ramalho *et al.*, 2010). However, the colors of the fibers influence the technological nature

Table 6. Next 10 years with production 5 percent of colored and organic cotton and suppose reduction in use of water and 5% reduce year per year in chemical effluents (source: adapted IEMI (2012), Mapa (2012)).

Year	Projection 1000 tons	Consumption H ₂ O		Chemical Effluents (mil/t) Reduction of 5% per year
		Reduce 70%		
2011/2012	2.047	736.918 10 ³		766.888 10 ⁶
2012/2013	1.484	534.238 10 ³		555.965 10 ⁶
2013/2014	1.465	527.398 10 ³		548.847 10 ⁶
2014/2015	2.193	789.478 10 ³		821.585 10 ⁶
2015/2016	2.378	856.078 10 ³		890.893 10 ⁶
2016/2017	1.816	653.758 10 ³		680.346 10 ⁶
2017/2018	1.797	646.918 10 ³		673.228 10 ⁶
2018/2019	2.525	908.998 10 ³		945.966 10 ⁶
2019/2020	2.710	975.598 10 ³		1.015.274 10 ⁶
2020/2021	2.147	772.918 10 ³		804.352 10 ⁶
2021/2022	2.128	766.078 10 ³		797.233 10 ⁶
Total	22.690	8.168.384 10³		8.500.581 10⁶

of the final product (Carvalho and Santos, 2003). According to Pan *et al.* (2010) genotypes, with colored fibers produce a higher amount of wax, which has a negative effect on the production of cellulose, reducing the quality of the fibers produced.

For these reasons, search the cotton fiber color shifts to other regions not only in Northeast Brazil and Embrapa Cotton led researchers to Paraná, because of the recent price increases of the product on site (Bellettini, 2011). The researchers sought to examine technological features of colored cotton with the potential to be grown in the northern State of Paraná, and according to the methodologies used, the colored cultivars obtained inferior in length (uniformity index and short fiber length and strength).

A study of Carvalho *et al.* (2005) also shows that the average colored cotton is 10% lower than white, as well as the characteristics of its fibers, are inferior. The author showed that genetic selection for stronger color intensity may results in negative effects on the fiber. Limited results on this subject are due to lack of studies using the colored cottons, which has been subjected to intense research and development as it occurred with the white fiber. Table 7 presents the chronological steps towards the development of the colored cotton in Brazil. There are cultivars being planted in the Northeastern of Brazil, in the state of Paraíba, in small family farms. Figure 1 shows various kinds of colors cotton fibers.

Fashion has been innovative in the use of synthetic fibers (composed by artificial, natural and mixed), but these innovations do not necessarily translate into environmental concerns. They only combine changes in relation to the style, the design, the artificial tissues, adding unique features for use

Table 7. Timeline of the development of colored fibers from 2001 to 2010 (source: Adapted from Beltrão e Carvalho (2004), Embrapa Algodão (2012)).

Year	Event
2000	Development of the variety BRS 200 Marron
2001	Fiber color begins commercial scale in Paraíba state by small farmers
2001	Fiber color reaches 30 to 40% higher price per pound relative to white fiber in 2002
2002	Development of the variety BRS Verde
2002	Cultivation of organic fiber begins (without chemicals or fertilizers)
2002	Fiber color reaches 200% higher price per pound relative to white fiber
2005	Development of the variety BRS Rubi
2010	Development of the variety BRS Topázio

Textile industry can be less pollutant: introducing naturally colored cotton



Figure 1. Colorful cotton fibers produced from the manual choice of seedlings. The colors vary according to the planting site (source: Embrapa Algodão (2012)).

by health, sports and leisure, being supported by the chemical industry, electronics and even by nanotechnology. One feature that has been noted is the increasing use of chemical fibers at the expense of natural fibers, which have as a consequence more pollutants in industrial processes. The chemical fiber represented 62% of total consumption in 2006 to 39% in 1970, 44% in 1980 and 48% in 1990 (Garcia, 2009; Mariano, 2011).

A study of socially responsible consumption of clothing by Norum and Ha-Brookshire (2011) examined the effect of fiber origin, method of production and the price in consumer preference for cotton clothing in the USA. Results showed that the price appeared as the most important criteria for the purchase of cotton products (58.5%), transparency (30%) and fibers grown with sustainable methods were cited by only 11.5% of survey

3.2. Sustainability on fashion/apparel supply chain

Sustainability concepts have been discussed worldwide in several areas of knowledge and industrial production (Baskaran *et al.*, 2012; Gri, 2010; Mariano, 2011; Wced, 1987). The annual global sales of organic cotton products, for example, grew by over 40% between 2001 and 2009 (Ota, 2009).

The agroecologic cotton is produced in sustainable systems, with proper management and protection of natural resources, without the use of pesticides, genetically modified organisms, chemical fertilizers or other inputs harmful to human health, animal and the environment (Beltrão *et al.*, 2009; Cartaxo *et al.*, 2008). The cotton prices are defined internationally by the yarn quality which are related to the plant

fibers, their length and reflectance. Produced under irrigation, cultivars with medium length fiber, cotton is not naturally white, and that makes the fiber is white and chemical methods are highly polluting, with bleaching products. If not for the action of man, there would be this level of whiteness in cotton yarn (Embrapa Algodão, 2012). There is a mutation of the cotton plant which makes possible the production of colored cotton. This production avoids dyeing process and saves water. The procedure was developed by Embrapa Cotton, Brazilian government agency which is specialized in technology transfer, and support family farming.

Being organic or with conventional management grown cotton plants (not genetically modified) are certified to be produced without the use of synthetic chemicals, the cultivation of cotton colored fiber in the Northeast of Brazil through family farming has developed in former years. It also modified the behavior of farmers, seeking more efficient ways of producing with reduced waste and avoiding chemicals. The farmers also get a good price on colored cotton, when compared to white fiber (Carvalho *et al.*, 2011). Thus, these products have attracted the attention of companies who care about environmental problems, valuing the clothing business and adding more value to the finished product (Refosco *et al.*, 2008).

The yarns produced from naturally colored fiber, undergoes fewer chemical processes, and it does not pollute the environment, besides representing a decrease of about 70% in the use of water, in the finishing process of the fabric. Currently, the social point of view, this production presents itself as a source of income for about a thousand farmers from the states of Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte and Ceará. No transgenic techniques are

Garcia, S. & de Alencar Nääs, I.

used in this development (Embrapa Algodão, 2012). A study by Embrapa Cotton, which analyzes the performance of commercial BRS Brown, a research of over 15 years in the field and the laboratory, showed that the technological characteristics of fiber and yarn are produced to meet the processing improvement (Organic Cotton, 2008; Refosco *et al.*, 2008; Mariano, 2011).

4. Final Remarks

Apparently 5% reduction in the production of white cotton, reverted to the production of organic cotton and colored, seems to represent little economy in every way, even to the general development of the country. Instead, a production of only 5% organic cotton and colorful world, could represent a drive revenue in small areas of family farming, spinning craft, producing handmade clothes and many other possibilities as objects of decoration and fashion accessories.

Furthermore, the water savings produced by this 5% of color cotton production and organic represent at least 70% total water used. Assuming that the development of the chemical industry would provide

a 5% reduction in effluent thrown in nature in standard process, which does not exist in the production of colored cotton and organic, the result would be even more positive as the results of this study.

Getting into the era of sustainability has been a requirement for large companies that want to stay in business. The agroecological production of cotton is the embryo of an idea that could have an effect on this business network that moves millions worldwide. It still could provide Brazil the pioneer in this area, and improve the income of small and medium farmers, processing companies and clothing making, the entire chain of fashion.

The general awareness of people cause this change and new deeper studies on economic feasibility of production on a larger scale and colorful organic cotton, which is not yet available, one will be a pressing need to be addressed in future work on the topic.

Acknowledgements

The authors wish to thank Capes, for the support of this study.

References

- Abit. Associação Brasileira da Indústria Têxtil. (2012). Available at www.abit.org.br. Accessed on april 2012.
- Abreu, M.C.S. de, Castro, F. de, Soares, F. de A., Silva Filho, J.C.L. da. (2012). A comparative understanding of corporate social responsibility of textile firms in Brazil and China. *Journal of Cleaner Production*, 20(1): 119-126. doi:10.1016/j.jclepro.2011.08.010
- Baskaran, V., Nachiappan, S., Rahman, S. (2012). Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach. *International Journal of Production Economics*, 135(2): 647-658. doi:10.1016/j.ijpe.2011.06.012.
- Belletini, S., Santos, K.H. dos, Bellettini, N.M.T., Miglioranza, E., Chimbo Junior, A., Silva, D.P. da, Carvalho, F.K., Nagashima, G.T. (2011). Características Tecnológicas de Fibra de Algodão Colorido no Paraná. *8º Congresso Brasileiro de Algodão & I Cotton Expo 2011, São Paulo, 2011*. pp. 704. Evolução da cadeia para construção de um setor forte: Anais. Campina Grande, PB: Embrapa Algodão, 2011. pp. 701-705. (CD-ROM). Available at <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/51240/1/FIT-069Poster.225.pdf>. Accessed on april 2013.
- Beltrão, N.E.M., Carvalho, L.P. (2004). *Algodão Colorido no Brasil, e em Particular no Nordeste e no Estado da Paraíba*. Campina Grande, PB. ISSN 0102-0205. Agosto, 2004. Available at <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA/16943/1/DOC128.PDF>. Accessed on april 2012.
- Beltrão, N.E.M., Silva, C.A.D., Suinaga, F.A., Arriel, N.H.C., Ramalho, F.S. (2009). *Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o Semi-árido do Brasil*. Campina Grande: Embrapa Algodão.
- Cartaxo, W.V., Guimarães, F.M., Soares, J.J., Beltrão, N.E.M. (2008). Potencialidades da produção de algodão pela agricultura familiar do Nordeste. Embrapa. *Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. Documentos 202*. Campina Grande, PB.
- Carvalho, L.P., Andrade, F.P., Silva Filho, J.L. (2011). Cultivares De Algodão Colorido No Brasil. *Rev. Bras. Ol. Fibras.*, 15(1): 37-44. Available at <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910145/1/488rbf15127362011.pdf>. Accessed on july 2014.
- Carvalho, L.P., Barroso, P.A.V., Santos, J.A.T., Alves, H.S. (2005). Seleção massal e porcentagem de fibra em cultivar de algodoeiro colorido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 40(9): 895-898. Available at <http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n9/a09v40n9.pdf>. Accessed on april 2013.
- Carvalho, L.P., Santos, J.W. (2003). Respostas correlacionadas do algodoeiro com a seleção para a coloração de fibras. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38: 79-83. Available at http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003000100011&lng=en. Accessed on april 2013.

Textile industry can be less pollutant: introducing naturally colored cotton

- Damiano, V.B. (2003). As indústrias de materiais lignocelulósicos em busca de tecnologias amigas da natureza. *Revista UNORP*, 3(2): 49-61.
- Demir, A., Ozdogan, E., Osdil, N., Gurel, A. (2010). Ecological Materials and Methods in the Textile Industry: Atmospheric-Plasma Treatments of Naturally Colored Cotton. *Journal of Applied Polymer Science*, 119(3): 1410-1416. doi:10.1002/app.32575
- Embrapa Algodão. (2012). Informações diversas sobre Algodão e Algodão Colorido. Available at <http://www.cnpa.embrapa.br/>. Accessed on april 2012.
- Forgiarini, E. (2006). *Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis Pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP)*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – Santa Catarina.
- Galindo, C., Jacques, P., Kalt, A. (2001). Photooxidation of the phenylazonaphthol A020 on TiO₂: kinetic and mechanistic investigations. *Chemosphere*, 45(6-7): 997-1005. [http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535\(01\)00118-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535(01)00118-7)
- Garcia, R., Oliveira, A., Madeira, P. (2009). BNDES. Banco Nacional de Desenvolvimento Social. Projeto PIB Perspectivas do Investimento no Brasil. Documento setorial: têxtil, vestuário e calçados. Available at http://www3.eco.unicamp.br/neit/images/stories/arquivos/06_ds_bensalario_texil_vestuário_calçados.pdf. Accessed on july 2014.
- GRI. Global Reporting Initiative. (2010). *G3 Sustainable Reporting Guidelines*. Available at <http://www.globalreporting.org/>. Accessed on april 2012.
- Herrmann, J.M., Vautier, M., Guillard, C. (2001). Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and of indigo carmine. *Journal of Catalysis*. 201(1): 46-59. doi:10.1006/jcat.2001.3232
- IEMI. Instituto de Estudos de Marketing Industrial. (2012). *Brasil Têxtil 2012*. Available at <http://www.iemi.com.br/biblioteca/textil/brasil-textil-2011/>. Accessed on march 2013.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2012). Available at <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao>. Accessed on april 2013.
- Mariano, M. (2011). *Brasil é hoje o único player têxtil mundial fora da Ásia*. Relatório Brasil Têxtil. Apoio do Texbrasil - Programa de Exportação da Indústria da Moda Brasileira desenvolvido com a Apex-Brasil. Relatório setorial anual produzido pelo Instituto de Estudos e Marketing Industrial (IEMI), Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT). Textília. 18/10/2011. Available at http://www.textilia.net/materias/ler/textil/conjuntura/brasil_e_hoje_o_unico_player_textil_mundial_fora_da_asia. Accessed on june 2012.
- Martins, G.B.H. (1997). *Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias Têxteis de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Available at <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/77280>. Accessed on july 2014.
- Mendes, F.D. (2010). *Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia*. Tese de doutorado. Universidade Paulista. São Paulo: 2010.
- Norum, P.S., Ha-Brookshire, J.E. (2011). Consumer Trade-Off Analysis and Market Share Estimation for Selected Socially Responsible Product Attributes for Cotton Apparel. *Clothing and Textiles Research Journal*, 29(4): 348-362. <http://dx.doi.org/10.1177/0887302X11425956>
- Organic Cotton Farm And Fiber Report. (2008). Organic Exchange.
- OTA. Organic Trade Association. (2009). Associação do comércio orgânico.
- Pan, N.Z., Sun, D., Sun, J., Zhou, Z., Jia, Y., Pang, B., Ma, Z., Du, X. (2010). Effects of fiber wax and cellulose content on colored cotton fiber quality. *Euphytica*, 173(2): 141-149. doi:10.1007/s10681-010-0124-0
- Ramalho, F.S., Azeredo, T.L., Fernandes, F.S., Nascimento Júnior, J.L., Malaquias, J.B., Nascimento, A.R.B., Silva, C.A.D., Zanuncio, J.C. (2010). Food intake and utilization of *Alabama argillacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae) fed on cotton cultivars with colored fibers. *Journal of Pest Science*, 84(2): 199-205. doi:10.1007/s10340-010-0341-2
- Refosco, E., Mazzotti, K., Sotoriva, M., Broega, A.C. (2011). O novo consumidor de moda e a sustentabilidade. *VII Colóquio de moda. Universidade do Minho. Portugal*. Available at <http://hdl.handle.net/1822/14946>. Accessed on april 2013.
- Sauer, T. (2002). *Degradação fotocatalítica de corante e efluente têxtil*. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. Available at <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/83511>. Accessed on july 2014.
- Wocd. (1987). *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

ANEXO E - 4TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES (ICIST 2014)

85

Fashion chain distribution: Simulation of a Brazilian case

Solimar Garcia^{1,2,4}, Marco Butzke^{1,3,4}, Angel Ortiz¹, Irenilza de Alencar Nääs², Anete Alberton³,

¹Universidad Politécnica de Valencia (UPV), CIGIP – Centro de Investigación e Gestión en Ingeniería de la Producción.

² University Paulista -UNIP, Graduate Program in Production Engineering, Dr. Bacelar St. 1212, São Paulo, Brazil

³ Univali – Universidade do Vale do Itajaí, Graduate Program in Administration

⁴ "Scholarship CNPq-Brazil"

{Solimar Garcia, solimargarcial0@gmail.com}

Abstract: Brazil is one of the developing countries comprise the acronym BRICS, which has a high potential to represent the production and consumption accounts for 50% of global GDP. Distribution and chains fashion chains are dynamic and show good numbers of growth in Brazil. The distribution of products in Brazilian territory needs complex studies because much expensive this job, for its continental dimensions. The solutions are not unique, and the decisions needs to be made based on effective means to generate good results. This paper presents a case study of the Spanish fashion company that intends to distribute its products in Brazil. The study is done using simulations, in which possibilities are presented for the lowest cost in relation to best delivery time of the product, depending how the necessity of the company is at the moment of the exportation, from the air and road modes. Analyze there are several possible combinations of results depending on the business need for the moment. With the simulation tool is possible to construct various scenarios and pick from them. In this study, the conclusion is adopted from logistics decisions based on costs and simulation tools can be successful team when it comes to distribution of fashion with the management being treated as a supply chain.

Keywords: distribution networks, simulation, Brazilian case

1 Introduction

According to information Pena (2013), in 2001 the acronym BRIC was coined by economist Jim O'Neill, and represents the emerging economies with large capacity investment policy that would become economic powers by 2050 - Brazil, Russia, India and China. The letter S in the end was added to the acronym in 2006, when this group came to, South Africa this same year, no longer just a term and turned into an international agreement between countries without setting up economic bloc. These countries together account for over 40% of the world population, have successive growth rates and improvements in income per capita, the GDP (Gross Domestic Product) and the Human Development Index (HDI), being responsible for the growth of about 55% of the global economy scenario in which developed countries contributed only 20%.

From the 90s of last century, economical fashion chain has become well-structured, since undergone a major transformation since suffered the impact of economic liberalization and entry of foreign products in the country, especially the import chain fashion, which almost destroyed this industries in Brazil. So organized and modernized the end of the day, the major emerging powers to lower personnel costs dominated the market, bringing their products at prices even lower than those achieved by the Brazilian production.

The textile industry moves US\$ 400 billion per year worldwide (TEONLINE, 2012). In Brazil, the networks of companies in the fashion sector congregate 30,000 companies, which produce, on average, each year, and 9.8 billion pieces. Fifth largest producer and fourth largest industrial park cooking world, the industry has 1.7 million direct jobs, reaching eight million when added to the indirect, 16.4 % of the total. Revenues reached \$ 60.5 billion in 2011, representing 3.5% of GDP and 5.5% of the GDP of the manufacturing sector, with a growth of over 10 % compared to 2010 (ABIT, 2012). Although the numbers within the textile chain are falling, domestic country has become one of the great strengths of the BRICS and a major growth markets in almost all sectors.

Thus, in a nutshell garment products at good prices have led many companies to enter Brazil with competitive differentials of many more. Not to mention the import of Chinese products entering only the low cost, once its manpower almost slave and virtually no labor law is the perverse face the boom of Chinese growth.

Recently the American brand GAP, inaugurated on September 26, 2013 more expensive at the mall headed to class in the city of São Paulo, started operations of the first store of the brand in Brazil by the importance of the Brazilian market for the company. Despite the costs and logistics of import and operate the brand with prices 30 % to 40% higher than in the U.S. GAP reduce its profit margin in the country. The distribution will be outsourced to

the national group Blue Bird, which owns brands Cori, Luigi Bertolli and Emme, through a franchise system (BARBOSA, 2013).

Brazil and its immense physical proportions have high costs for moving materials and products over long geographical distances which increases the costs and consequently the price of product of any company that wants to enter this lucrative market in continuous evolution and growth, and, therefore, properly estimate logistics costs in full is a necessary and required to operate in the country.

Another important point to make difficult and more costly the products distribution in Brazil is precariousness and small supply of options, beyond the low quality of the transportation. These features bring many unconformity as the processes that need of correction in values and adjustments. This is a difficult process in which needs to calculate margins of error, not always favorable, which should cover possible failures, mistakes, lack of roads, ports strikes, strikes the Federal Police among other possibilities.

The sector is an important part of the European manufacturing industry. It plays a critical role on the economy and social well-being in numerous regions of the EU-27. According to the latest structural data available, in 2006 there were 220.000 companies that giving employments to 2.5 million people and generated a turnover of €190 billion. The textile and clothing sector accounts for 3% of total manufacturing value added in Europe (EUROPEAN COMMISSION, 2013).

The objective of this paper is to present a case study of a Spanish company, which intends to distribute its products in Brazil, with the products of differential quality introduced by the Spaniards, and especially, that are not made in China clothing. The study is done by simulating a single delivery made in one of three ports studied, and from there, may follow air, or via truck. It is, therefore, an assumption that this company will have an already pre-existing and quite prepared internal distribution in Brazil, either by chains of large networks of stores, and either by small local companies of the selected cities. In the simulations the potential for lower cost using the shortest possible time are presented.

From this initial premise can be the manager of the distribution adopts measures that achieve the best interests of the company at all times, as can be seen in Results and Discussion.

2. Literature Review

Logistics operations are complex and involve a network of relationships with various levels of the chain related business, are decisions about production, procurement, storage and replacement policies, material handling and physical distribution. These decisions should be taken in a systemic and integrated (CHOPRA and MEINDL, 2010; BALLOU, 2011). According to Faria and Costa (2010), the logistic decisions in business or are in the supply chain, cause significant impacts in relation to business and competitiveness through differentiated service levels, nothing the total costs of these differences in aggregation customer value by compromising the service offered and the aggregation of shareholder value in return for their investments.

Furthermore, for Rexhausen et al. (2012), management of suppliers have gained more importance in recent years because it is the part that is shown about what the company offers and what the customer actually sees your services and products. According to these authors, currently the supply cycle has acquired greater status because of demand management has emerged as a new dimension of the customer interface, and the impact of demand, suppliers and customers need to be analyzed from the point of view and set in an interdisciplinary manner, which has not occurred in academic research and day to day business. According to Wanke (2004), data on products, operations and demands can be useful for making strategic decisions to manage uncertainty about the level of service to customers and the costs involved.

If strategic decisions depend on several factors, the proper functioning of the supply chain is the key to achieving business efficiency. There is no reason to consider them without considering their competitive supply activities (PAPAGEORGIO, 2009). For this author, it is because this power pushes companies to reduce their cost structures with smaller inventories, transportation systems more efficient and better, and transparent and able to support the information throughout the supply chain. This because rare are the companies that can control all the processes of their production as the supply chain, distribution and sale to the consumer. Therefore, chains with a global presence are the key to growth for almost all sectors that invest in exports to other foreign markets as well as the large flows and interregional trade blocs besides new investments worldwide. Papageorgeou (2009) also ensures that the supply chain need to consider optimization regulatory milestones, cost of maintaining inventory and storage throughout the chain and still maintain high levels of customer service. Thus, there is a long process to achieve high standards in

services and improving processes and efficiency in service offered to the customer, considering capital and manpower used.

The paper of Wang and Chan (2010) emphasizes the study of the supply chain as an alternative for groups of companies to develop their business. Thus, projects are started with the association between the offices of multinational corporations in order diversification the integration of subordinates. The study presented two cases: one company real and virtual company, both initiating your project logistically for distribution based global demand and supply of the products. The study presents the main barriers to integration, and research has indicated that a mutual solution could be building for the two cases of distribution. The volume of sales of virtual enterprises increased by 33 % after the project is placed practice, probably the authors believe, because of the few conflicts between the companies involved. One, Company C, which can have control over subordinates reducing the overall costs, reached 25 % in the manufacturing processes and operations. This case shows that integration supply chain is possible when companies undergo mergers or even crises involving headquarters and subordinates, as well as expands its operations through the integration of other segments of the supply chain (WANG and CHAN, 2010).

Concerns about the studies of supply chains and distribution already reach the environmental problem. Articles with preoccupation to introduce environmental investment decisions in phase creation and propose goals that can optimize the exchange (trade-offs) between the total cost and the influence on the environment already appears in the literature with extensive numerical data to try to quantify this problem (WANG et al., 2011).

Simulations challenge users to find solutions to complex problems of management, thereby increasing the development of critical thinking skills and strategic (LANE, 1995). In addition, there is the importance of an activity modeling and simulation of processes and logistics decisions on costing and performance indicators for the determination of associated data from the acquisition of products from suppliers to deliver the product to the end customer. The knowledge of the values arising throughout the supply chain, production and distribution are crucial for the sustainability of the business and the maintenance/acquisition of company's competitive advantage.

According to Lean et al. (2006), simulation can allow experiments to be performed within a fictional situation to show the actual behaviors and outcomes in terms possible, mimicking a system, entity, phenomenon or process, representing or predicting aspects to be studied. Yarsacan (2009) explains that simulations are useful for training people in order to improve the process of decision making in complex and dynamic environments in order to enhance and improve their experience in the area.

Computer simulations is the process of designing and building a model of a real system or representative and then use this system as an environment for performing controlled experiments (Law and Kelton, 2000). Computer simulation offers researchers several important advantages (Kelton et al., 2004), it allows to investigate an event that could be potentially disastrous for most companies to evaluate and understand the processes that would take too long to complete, and could be potentially confounded by external factors such as human intervention. This tool also encourages active participation and experimentation, complete with many possible decisions under a variety of different settings.

According to Acar et al. (2010) , the mathematical models for optimization and simulation can provide a mechanism for planning the supply chain of the company in order to support decisions to reveal the uncertainties in supply and demand, determine the cost of lead time and evaluate the performance in relation to the level of customer service, in addition to being important to build realistic models to obtain valid and useful results. In Table 1 are presented studies using simulation methods for processes in the logistics chain.

Table 1 - Studies using simulation

Reference	Simulation objective
Confessore et al., 2008	Prices of Services Delivery Network in Logistics
Melnyk et al., 2008	Research Interruption of Supply Chain
Vorst et al., 2009	Quality, Sustainability and Logistics for Decision Making in Supply Chain Integrated in Food
Bottani and Montanari, 2010	Supply Chain Design and Cost Analysis
Feng et al., 2010	Assessment Settings Network Logistics for Global Supply Chains
Creazza et al., 2010	Quality, Sustainability and Logistics for Decision Making in Supply Chain Integrated in Food
Park et al., 2010	Generation Plant Production
Wangphanich et al., 2010	Analysis of Bullwhip Effect in Various Stages of Supply Chain Systems
Silver and Zufferey, 2011	Inventory Control with Lead-Time Replenishment and in and interrupt and Supply Chain

A study of Amaral and Warrior (2011) showed a lack of detailed knowledges of logistics professionals as to the total costs of the segment. Despite knowing and evaluating the trade-offs, they have no idea that this total cost is their responsibility and not understand how they could act to improve business performance in their areas. The authors used questionnaires to investigate the degree of knowledge of the largest industrial and commercial enterprises in Brazil, and the results showed that these professionals assess the trade-offs through solutions of large amplitude and know the availability of simulators and Information use for decision making. Thus, the integrated logistics management seeks to optimize the cost and not their individual reduction, confirming the studies of Lambert and Armitage (1979), and point to the consideration of the total cost and trade-offs of logistics costs in formulating solutions business.

3. Methodology

A case study of a Spanish company in the textile sector intends to begin distribution of a collection of fashion throughout the Brazilian territory, whose goal is to distribute approximately 200,000 parts in volume with 20 units each, standard size to be transported by ship in container. The means of transport assessed by the company to unload products in Brazil is the sea, with the option to ports near the most populous regions, which would facilitate the distribution. Thus, the products arrive in Brazil in containers, a total of 22, and would be distributed to all state capitals through road transport, aviation, rail or inland waterway shipping. Also considered are alternative means intermodal with the combination of the modes mentioned above.

The rail and sea transport were initially discarded because the infrastructure of rail and Brazilian shipping cannot reach all 27 state capitals. For road transport was considered the lowest cost about 1.50 Euros per mile traveled and whose delivery time, running up 372 miles per day, it can take up to 10 days to reach the most remote locations. Moreover, the mode of air transport is the delivery time of only one day and it costs twice the price per km compared to road transport in some localities. The objective of this paper is to present the possibilities for the right one possible choice in fashion chains and supply and international distribution through simple computer simulation tool library (of the Python programming language) and the Excel spreadsheet. The objective is to identify the trade-offs between costs and delivery time done by the existing airline companies or land (trucks) in Brazil, considering these deliveries from receipt in one of three study to receive one container ports products (this study). The ports have been chosen for its location in the regions Northeast, Southeast and South (Salvador, Santos - São Paulo and Rio Grande - Rio Grande do Sul). The three options were presented by ports are located in the most populous regions and are the most capable to receive proposals loads and the ability to distribute the product quickly and without large displacements of the warehouse until the beginning of the process.

Costs were calculated based on the following configurations: A - all deliveries by air, B- 372 miles, C - 744 miles, D - 1116 miles, E - 1488 miles, F - 1860 miles, G - 2232 miles, H - 2604 miles and I - 2976 miles in radius, deliveries by road (road) and the rest by air, and J, all deliveries by road. Thus, one can determine the time and cost of each configuration analyzed to evaluate the best way to distribute the products of fashion chain presented.

4. Analysis and discussion of results

According to Lambert and Sharma (1990), the critical role of corporate strategists includes the identification of customer needs, selecting target markets, and developing strategies to position the company's products for sustainable competitive advantage.

Streamline the process of decision making logistics in order to improve the level of customer service may represent the best opportunity for a company to gain a sustainable competitive advantage. According to Harrington et al. (1992), the use of simulation to assist strategic and tactical decisions to assess the financial impact that implies about products, customers, regions and distribution channels more efficient to solve large-scale problems in logistics planning.

In modal evaluated and considered for the model were proposed the following configuration is showed on the Table 2.

Table 2. Configuration of modal transportation

Configuration	Highway	Airline
A	-	All the capitals
B	372 miles radio	More than 372 miles radio
C	744 miles radio	More than 744 miles radio
D	1116 miles radio	More than 1116 miles radio
E	1488 miles radio	More than 1488 miles radio
F	1860 miles radio	More than 1860 miles radio
G	2232 miles radio	More than 2232 miles radio
H	2604 miles radio	More than 2604 miles radio
I	2976 miles radio	More than 2976 miles radio
J	All the capitals	-

Source: to the authors

In this study, the simulated data are presented in Table 3, with means of delivery time and cost of transportation from the ports chosen as discharge points. Ports with better costs are, respectively, Rio Grande, Salvador and Santos. The time are presented in medium time of delivery.

Table 3 - Times and costs in ports studied

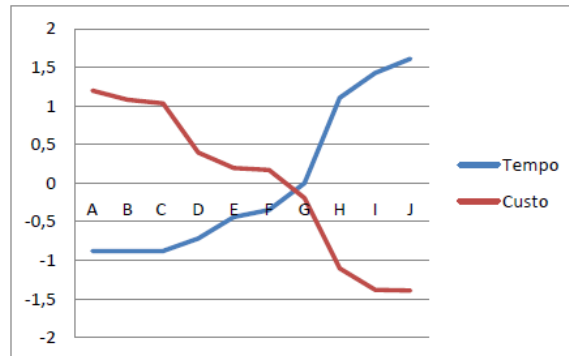
Configuration	Ports studied					
	Rio Grande		Salvador		Santos	
	Average Time Delivery	Cost Total (EUR)	Average Time Delivery	Cost Total (EUR)	Average Time Delivery	Cost Total (EUR)
A	1,00	15482,87	1,00	11882,76	1,00	9400,00
B	1,00	15225,09	1,00	11872,67	1,00	9038,59
C	1,00	15127,72	1,15	11575,11	1,19	8591,79
D	1,26	13767,22	1,74	10490,08	1,33	8475,20
E	1,70	13337,70	2,07	9004,18	1,56	8081,62
F	1,85	13282,71	2,52	8654,70	2,59	6601,50
G	2,41	12512,56	2,63	8917,06	3,19	6162,25
H	4,19	10563,00	3,19	8157,68	3,41	6037,84
I	4,70	9966,69	3,81	8137,83	3,67	6020,77
J	5,00	9946,11	3,81	8137,83	3,67	6020,77

Source: prepared by the authors

Thus, the trade-offs between the proposed settings for the use of modal aviators, road, and intermodal can be evaluated as the best options at the point of intersection between the mean times of deliveries and costs involved in the proposed modal transportation configurations of the J (Figures 1 to 3).

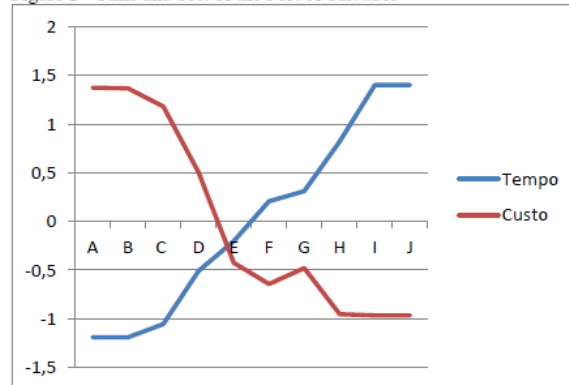
Figure 1 - Time and cost of the Port of Rio Grande (Rio Grande do Sul)

90



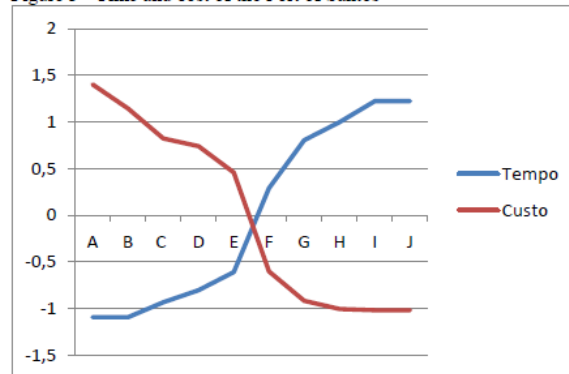
Source: prepared by the authors

Figure 2 - Time and cost of the Port of Salvador



Source: prepared by the authors

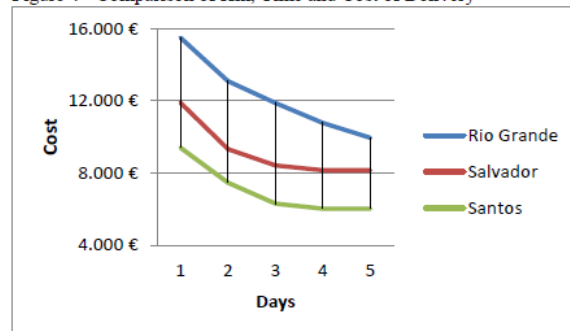
Figure 3 - Time and cost of the Port of Santos



Source: prepared by the authors

Through the analysis of the data generated in Figure 1, the Port of Rio Grande the ideal setup would be a G with a radius of 3600 km for road transportation and on top of that, the use of air transportation modal with average delivery time of 2.41 days with the cost of 12512.56 EUR. For the Port of Salvador, the setting for provides a better combination of time and cost is E, which shows the intermodal with 2.400 km for transportation modal and for greater distances with delivery via air transportation cost of modal 9004.18 EUR and average delivery time of 2.07 days. To the Port of Santos, the configuration presented, considered best for the company is to F, with 3000 km for road transportation and on top of that for the air transportation cost of modal delivery 6601.50 EUR and an average of 2.59 days in delivery time.

Figure 4 - Comparison of Km, Time and Cost of Delivery



Source: prepared by the authors

Table 4. Numbers for the construction of the figure 4

Dias	Rio Grande	Salvador	Santos
1	€ 15.482,87	€ 11.882,76	€ 9.400,00
2	€ 13.076,42	€ 9.319,37	€ 7.449,33
3	€ 11.869,03	€ 8.415,32	€ 6.301,34
4	€ 10.771,53	€ 8.137,83	€ 6.020,77
5	€ 9.946,11	€ 8.137,83	€ 6.020,77

Source: prepared by the authors.

Through the representation of Figure 4 (based on the Table 4) shows that the choice of port of entry can be considered as best option both Santos (lower cost) and the best choice for the intermodal is until 3000 km for road and above this distance per air transportation modal. Thus, there is a balance between the time of delivery and shipping costs involved.

According to Christopher (1999) the source of competitive advantage is found, first, in the organization's ability to differentiate itself from its competitors in the eyes of the customer and, secondly, by their ability to operate at low cost and, therefore, higher profit.

Corroborating thought Ballou (2011), logistics operations are complex and their relationships with the various levels of the supply chain provide various decisions to be taken in a systemic and integrated, as could be observed in the case presented.

So, no better or worse decision, but the decision that the company needs right now. If she has a low-stock and need rapid replenishment, what matters to her is the delivery time and cannot wait, even if the cost is less. So can choose to have daily deliveries and always programmed the desired goods so do not miss deadlines.

But if the products suffer delay to be sold, the company can wait for the replacement, and does not care for the waited time in which case the cost will make the difference. So do not be imported with inventory, but when the needed of them have. Note that the decisions, although simulated should always take into account many variables. In this case, involved only two of them, and only one company. Generally, the logistics decisions involve a chain of

business and in the case of fashion, this chain is great and works well connected to each other to work in an organized and timely manner

5. Final Remarks

The logistics chain planning and adoption of a system of metrics to adjust logistics costs can assist in the reduction and optimization of aggregate values in logistic processes, but the complexity and existing relationships at various levels difficult decisions that must be taken in a systematic and integrated for successful operation of the business logistics and supply chain management.

This study proposes simulation as a strategy to assist in decision making in global logistics, especially, for entry into other countries building on the variables of time and cost. It was observed that not always the lowest cost solution is the best one to be applied. So, specifically studies in logistically still require specific models to facilitate business decisions that could be adopted more quickly and to be implemented more quickly if they were guided by models and simulations before deployments guys in their business plans.

For further work would be interesting to use simulators available on the internet that could shorten the distances and calculations that are required for these specific decisions to enter new countries, decisions so common in these times of globalization and developing countries receiving large investments the developed world, particularly in Europe and China. Generally, companies do not have a staff well prepared for these functions, and simulations can help reduce the risk of financial losses. Thus, specifically about what is most important to the client at that time, if the delivery or the cost, it can make your decision making based on a more consistent tool that is based on costs and deadlines. We conclude that, from logistics decisions adopted since Simulation tools cost and time, you can successful when it comes to clothing distribution with the distribution treated as a supply chain management.

Acknowledgement

We thank the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq-Brasil) "National Counsel of Technological and Scientific Development" and the Universitat Politècnica de València (UPV). Scholarships from CNPQ – Brasil.

References

- ABIT. (2012). *Associação Brasileira da Indústria Têxtil*. . Viewed in april 2012. Available at: www.abit.com.br
- ACAR, Y.; KADIPASAOGLU, S.; SCHIPPERRUN, P. A decision support for global supply chain modeling: an assessment of the impact of demand, supply and lead-time uncertainties on performance. *International Journal of Production Research*, June, 2010, v. 48, n. 11, pp. 3245-3268.
- AMARAL, J. V.; GUERREIRO, R. Conhecimento e Avaliação dos *Trade-offs* de Custos Logísticos: um Estudo com Profissionais Brasileiros. Enampad. XXXVII Encontro da Anpad. 07 a 11 de setembro de 2011. Rio de Janeiro.
- BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- BARBOSA, M. GAP estreia no Brasil com estratégia de preços competitivos. Folha de São Paulo. Site do UOL. Available in: <http://www1.folha.uol.com.br/mercado/2013/09/1347287-gap-estrea-no-brasil-com-estrategia-de-precos-competitivos.shtml> Acesso em outubro 2013.
- BOTTANI, E.; MONTANARI, R. Supply chain design and cost analysis through simulation. *International Journal of Production Research*, May, 2010, v. 48, n. 10, pp. 2859-2886.
- CHIN, H.; LI, R.; TSAI, C. Designing a Supply Chain System to Maximize Replenishment Efficiency: A simulation exercise. *International Journal of Management*, June, 2012, v. 29, n. 2.
- CHOPRA, S.; MEINDL, P. Gestão da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2010.
- CHRISTOPHER, M. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria de serviços. São Paulo: Ed. Pioneira, 1999.
- CONFESSORE G.; CORINI, D.; STECCA, G. A computational method for pricing of delivery service in a logistics network. *International Journal of Production Research*, March, 2008, v. 46, n. 5, pp. 1231-1242.

- CREAZZA, A., DALLARI, F., MELACINI, N. Evaluating Logistics Network Configurations for a Global Supply Chain. *Supply Chain Management: An International Journal*, V. 15 Iss.:2 pp. 154-164. DOI <http://dx.doi.org/10.1108/13598541011028750>. 2010.
- EUROPEAN COMMISSION. Statistics. Available in: <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/textiles/>. Accessed on: octobro 2013.
- FARIA A. C.; COSTA, M. F. G. *Gestão de Custos Logísticos*. São Paulo: Atlas, 2010.
- FENG, Y.; D'AMOURS, S.; BEAUREGARD, R. Simulation and Performance evaluation of partially and fully integrated sales and operations planning. *International Journal of Production Research*. V. 48 (19), October, 2010, p. 5859-5883.
- HARRINGTON, T. C.; LAMBERT, D. M.; STERLING, J. U. Sterling, Simulating the Financial Impact of Marketing and Logistics Decisions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 22 n. 7, 1992, pp. 3 - 12
- KELTON, W. D.; SADOWSKI, R. P.; STURROCK, D. T. *Simulation with Arena*. New York: McGraw-Hill, 2004.
- LAMBERT, D. M.; ARMITAGE, H. M. Distribution costs: the challenge: The key to managing the physical distribution function is total cost analysis, rather than haphazard stabs at cutting specific costs. *Management Accounting* (pre-1986). Montvale, v. 60, n. 11, p. 33-37, 45, 05/1979.
- LAMBERT, D. M.; SHARMA, A. A Customer-based Competitive Analysis for Logistics Decisions. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. V. 20 Iss.: 1 pp. 17-24, 1990.
- LANE, D. C. On the Resurgence of Management Simulation and Game. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 46, No. 5, p. 604-25, 1995.
- LAW, A. M.; KELTON, W. D. *Simulation modeling and analysis*. Boston: McGraw-Hill, 2000.
- LEAN, J.; MOIZER, J.; TOWLER, M.; ABBEY C. Simulations and games - Use and barriers in higher education. *Active Learning in Higher Education* V. 7, n. 3, 2006, p. 227-242.
- MELNYK, S. A.; RODRIGUES A.; RAGATZ, G. L. Using Simulation to investigate Supply Chain Disruption. *In: Supply Chain Risk: A handbook of Assessment, Management, and Performance*: 2008.
- PARK, H.; KWAK, J.; WANG, G.; PARK, S. Plant model generation for PLC simulation. *International Journal of Production Research*, March, 2010, v. 48, n. 5, pp. 1517-1529.
- PENA, R. F. A. BRICS. *Acordos Internacionais*. Available in: www.mundoeducacao.com/geografia/bric.htm. Accessed on octobro 2013.
- REXHAUSEN, D.; PIBERNIK, R.; KAISER, G. k hhCustomer-facing supply chain practices—The impact of demand and distribution management on supply chain success. *Journal of Operations Management* 30 (2012) 269–281
- SILVER, E. A.; ZUFFEREY, N. Inventory control of an item with a probabilistic replenishment lead time and known supplier shutdown period. *International Journal of Production Research*. February, 2011, v. 49, n. 4, pp. 923-947.
- TEONLINE. Textile Exchange. *Visão geral da indústria*. (2012). Viewed in february 2012. Available at: <http://www.teonline.com/industry-overview.html>.
- VORST, J. G. A. J.; TROMP, S.; ZEE, D. J. Simulation modeling for food supply chain redesign: integrated decision making on product quality, sustainability and logistics. *International Journal of Production Research*. December, 2009, v. 47, n. 23, pp. 6611-6631.
- WADHWA, S.; MISHRA, A.; CHAN, F. T. S.; DUCQ, Y. Effects of information and cooperation supply chain performance: a simulation study. *International Journal of Production Research*, January, 2010, v. 48, n. 1, pp. 145-166.
- WANGPHANICH P.; KARA, S.; KALYS B. Analysis of the bullwhip effect in multi-product, multi-stage supply chain systems – a simulation approach. *International Journal of Production Research*, August, 2010, v. 48, n. 15, pp. 4501-4517.
- WANKE, P. F.; ZINN, W. Strategic logistics decision making. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*. Vol. 34 No. 6, 2004, pp. 466-478.
- YARSACAN, H. Improving Understanding, Learning, and Performances of Novices in Dynamic Managerial Simulation Games. *Wiley Periodicals, Inc.*, 2009, Vol. 15, No. 4

ANEXO F –CONGRESSO *PRODUCTION AND OPERATIONS MANAGEMENT SOCIETY* (POMS 2014)

Quantitative and qualitative modeling: the search for balance in the data

Solimar Garcia^{1, 2, 3} E-mail: solimargarcia10@gmail.com

¹PhD student in Production Engineering from Universidade Paulista - UNIP (São Paulo - Brazil), ²PhD student Universitat Politècnica de València (Valencia - Spain), ³Scholarship of CAPES (Brazil)

Eduardo Vicens-Salort⁴

⁴ Professor at the Universitat Politècnica de València (Valencia - Spain)

Irenilza de Alencar Nääs⁵

⁵ Professor, Graduate Program in Production Engineering from Universidade Paulista –

⁶ UNIP (São Paulo - Brazil)

Abstract

Studies with statistical modeling assertive quantitative confer degrees in Engineering Production and Operations. In some cases it is almost impossible to obtain data directly from the companies, which prevents the development of research. Find ways to enter data in qualitative modeling can mean advances in business strategies with effective results.

Keywords: Interviews, Logistics, Qualitative Research,

Introduction

The search data in Production Engineering at times can become a torment to the researcher when it comes to going directly to corporate sources, especially when answers need welcome entrepreneurs to draft applied research. Most entrepreneurs avoid passing numbers, information as necessary to research. However, qualitative information often obtained with great difficulty and persistence of researchers, through responses to questionnaires, surveys,

material available on the media, which approximates the search much more of a qualitative analysis rather than a quantitative requirement main work of Production Engineering.

Person (2009) used both methods in their work of teaching degree, quantitative and qualitative. In fact, it is already a reality that researchers seek helper methods to do their jobs, but the academic world, however, persists in the view that a good result will always be achieved when the object approached quantitatively. More recently, there is a tendency for the use of multimethod as corroborates the results of this research and several studies used in the benchmark and the theoretical discussions.

This is a difficulty in Production Engineering, since an exact science, must result in numbers in response to their questions and bring issues to their theoretical frameworks translated numerically in percentages, with technical accuracy. So, the origin of Engineering studies predict that one should seek numerical counterparts To test the hypotheses the ideas presented in the studies. At times, this becomes an almost impossible task, since the researcher is in a standoff between a theoretical model and prove unable to show it in practice, or go beyond, but missing so many precious information from the point of view number that need to be brought and shown by corporate sources.

Thus, in order to decrease a bit and trying to counteract this difficulty quantitative data with qualitative this article seeks to find a way to approach the theory of qualitative research with the modeling, as an alternative model to assist in decision making in some areas of Production Engineering, especially in Modeling Logistics and Supply Chains.

It expected to examine in this study, the opinion of master students, doctoral students and teachers of courses in Production Engineering and their choices regarding the most appropriate tools to combine quantitative and qualitative data analyzed in their searches and what your preferences as well as the validity creating an instrument that can endorse and encompass these two possibilities in their searches.

Materials and Methods

This exploratory research was used to increase familiarity with the problem, and say so forcefully. From literature survey, it was possible to analyze the methodologies used, and which ones could complement the study to increase the security level of their decision makers in achieving the expected results. Data went collected through applied to master's students and doctoral students as well as teachers of Production Engineering for seeking your search data for your articles, dissertations and theses research.

Analysis of results and comparison with the articles surveyed comprise the theoretical discussion that does not exhaust the subject, but to initiate a healthy and necessary discussion between the various analysis tools that can be used in the research of Production Engineering and that could help in the search for more accurate results in the papers presented.

Thus, the qualitative research to describe this complex problem and to understand it better through the responses of students and teachers was used. This type of research provides interpretive display rich information in details, offering points of current holistic and natural view with the advantage of flexibility (Sampieri et al. 2006).

Not open to all research subjects Production Engineering focus is on the exemplification of specific studies of supply chain management, which enables the use of quantitative and qualitative analysis by means of an instrument capable of meeting these two responses, balancing the data so they can be able to provide quality responses with safe margins for the answers.

Theoretical framework Supply chain management

Anything that involves the client request until the product or service reaches it, according to Chopra and Meindl (2007) can be defined as the supply chain. This service will depend on other decision makers and other areas of the enterprise and beyond, and that everything runs properly, resources, information and processes must be aligned to work correctly with the same goal. Thus, the supply chain management is the control of transactions involving these resources, information and funds to maximize profits and customer satisfaction with the services of the company. Elkington (1997) proposed three pillars (Triple Bottom Line): profit, planet and people, which brought the aspect of sustainability to business. Within the supply chain management sustainability will include the operations, resources, information and maximizing profits while seeking to reduce the environmental impact, and increase the welfare of the people.

Qualitative methods – Case Study, Content analysis and discourse analysis, Simulation and Modeling

A review of literature made by Hassini et al. (2012), who studied the methodology used in paper 87 published between 2000 and 2010, the main focus was on sustainability in supply chains, revealed that 36 of them used analytical methods and mathematical, 19, were by means of case studies, 18 were literature reviews and 14 practical models (empirical). Thus, it can be observed that there has been a change in the methods used in Production Engineering for analyzes that have sought also include qualitative analyzes in their studies.

In this theoretical approach, Eisenhardt (1989) presented case study analyzed from several aspects and viewpoints, and used since the 40s, and on to show strategic decision making research, no longer a form of quantitative study, it makes a deep analysis of a single case or several, but always resulting in the qualitative response. In the case study, not looking to find a quantity of numbers, because the way forward is to seek evidence and query multiple data sources to obtain them. The same search path followed Yin (2001) which adds the case studies can be single or multiple and has a sequence studies on this methodology used. The advantage of this model is able to gather information from different sources and combine them to get the best possible analysis of these data, and proceed three do the fact as searches in files, questionnaires and observations.

The studies of Directors have long found in Production Engineering subsidies to address some issues encompassing the Strategy and Organizations topic (Silva et al. 2006), and accept other forms of methodology that not only traditional quantitative in their studies. In this work, an innovative way, the authors present 517 papers presented at major conferences Brazilian Production Engineering published between 2001 and 2005 that used content analysis as a method to seek and grant their results. Besides the division by topics, authors had to submit its analysis to computer programs specifically designed for this: PHP (programming language

free on the web) and managing relational databases (MySQL). The quantitative method was not sufficient to give consistency to what the authors wanted to present.

A Content Analysis is a technique that describes objectively and systematically, and quantitatively particular content. It was applied when there is a large amount of material organized in a certain way, usually logical and objective, leading to certain deductions and also carrying out other methodological tools. However, as a methodological tool, content analysis suffers much criticism for being considered superficial and too simple, leading to simplifications, distortions and suffers constant challenges when adopted as the scientific method. One can say that the analysis of the content is on the threshold between quantitative and qualitative research, but it is still a research technique, and she was always adopted in a complementary way, never in a unique way in the work, especially in Production Engineering (Bardin 2004).

The discourse analysis was concerned with understanding the meanings that the subject expresses through his speech, the main difference between the two forms of analysis addressed is that discourse analysis works with the sense of discourse and content analysis with text content (Bardin 2004).

The content analysis was based on analytical data description and grading, developing an analysis from a pre -analysis and further exploration of the material and the processing of the results, looking for their interpretations and developments. Have Discourse Analysis seeks to analyze the speech itself, mainly in the form of text, looking for landmarks and features that identify the sociohistorical context of its creation.

The main difference between the two models is that discourse analysis deals with large amounts of data, analyzing them quantitatively, therefore addressing large amount of information in order to categorize them, and from there analyze them as a whole. Have discourse analysis has a more qualitative nature and is not interested in inferring their interpretations by numbers but by deepening the object of study and its evidentiary nuances in the speeches of respondents. In discourse analysis, "what was said and the tone in which it was said are equally important and inseparable" (Maingueneau 1993 p. 45).

Briefly, Content Analysis conducts a quantitative survey in a given corpus, and Discourse Analysis performs a qualitative research not aiming numbers and quantitative results, and yes, certain elements and concepts in a corpus.

To Barradas and Campos Filho (2010), from the existing data analysis and interpretation of qualitative research methods, the method of the content analysis, in some cases, becomes more important because the speeches are many and diverse the extreme (Bardin 2004). Widely used in the area of Communication and already widely accepted in management, content analysis comes from a set of analysis techniques for communications, among which one can enumerate the categorical analysis, evaluation, enunciation, expression, relationships and speech (Bardin 2004).

Simulate situations can lead users, according to Lane (1995) find solutions to complex management problems, even with the possibility of encouraging them to improve the development of skills of critical and the strategic thinking. The two activities together,

simulation and process modeling may be relevant in making logistical decisions, when referring to costs and performance indicators to provide data from acquisition until the arrival of the product to the end customer. Only these two factors by these tools have led to business sustainability, avoiding unnecessary costs and increasing the company's competitive advantage.

The simulation allows the possibility of experiment not real and fictional situations with results coming from real behavior, within the possible conditions, mimicking a system, an entity, a phenomenon or a process that represents or provides aspects to be studied (Lean et al. 2006). In opinion of Yarsacan (2009) states that simulations are useful for training people in order to improve the process of decision making in complex and dynamic to enhance and improve your experience in field environments.

At present, most simulations or study possibilities of simulations include programs or applications on computers that meet these practices strongly, for "computer simulate the process of designing and building a model of a real system or representative and then use this system as an environment for conducting controlled experiments (Law and Kelton 2000).

For Kelton et al. (2004), the computer simulation has important advantages because it reduces errors of assessment and understanding of the processes that could now be completed in real life, avoiding unnecessary costs and intervention of external and human factors. Furthermore, the simulation predisposes and encourages active and full trial, with several different configurations and possible decisions under decisions.

Quantitative analysis subsidized by other tools

Statistical studies include many tools used in the work of Production Engineering as Descriptive Statistics, Analysis of Variance (ANOVA), factor analysis, structural equation modeling, and factor analysis, one-way ANOVA and Chi-Square, Multiple Regression, among other.

Another possibility for quantifying qualitative data that can be used to facilitate scientific studies when quantitative data are not available is the user of the Analytic Hierarchy Process (AHP), originally developed by Saaty in 1991 (Saaty 2008), used to quantify and analyze utterances collected from interviews or conversations with entrepreneurs. Along the same line, are the Multi-attribute decision analysis (MADA), which analyzes advanced in one case and still Preference Assessment by Imprecise Ratio Statements (PAIRS).

The Fuzzy Logic, used by Zadeh has since 1965, provides an alternative approach to dealing with uncertainty, and was already seen as a kind of mix between qualitative and quantitative research (Zhao et al. 2012). Kahraman (2008) presented ideas, techniques and methods for the application of fuzzy sets in engineering economics and some researchers have adopted the theory of fuzzy sets to represent the uncertainty in determining the pricing model. These formats can produce and evaluate the relative importance of different alternatives with respect to multiple attributes, whether qualitative or quantitative.

Results and Discussions

An empirical research with teachers, masters and doctoral students about the tools used in their research, during the month of December 2013 and January 2014, through the Google Docs tool, obtained the result that the majority uses the two methods both quantitative and qualitative. Most respondents agree that Production Engineering requires numerical results, but clarifies that after the first stage of quantitative results apply qualitative tools and therefore approve the creation of an instrument that can encompass both methodologies in a single process. Those who were cited most often by respondents were the questionnaires with open questions, observation, simulation results, discourse analysis, evaluation metrics and simulation results of discourse analysis.

Although the majority of the academy in Production Engineering require their students to the application of quantitative research, this research was obtained as a result 53% of respondents using the two types of research together with quantitative to qualitative, and 42% using only searches quantitative. Although not a representative sample, one can assume that there does a tendency for the researcher want to hear more of what the numbers are showing when the research is in the area of Production Engineering?

One element that draws attention to the quantitative data for researchers is that over 20% of them do not know if your sample is representative of the target audience, which theoretically invalidates your results. This finding may lead to the following question: if the answers do not bring significant figures, because it is so important that responses are numeric?

From the results, one can also observe that the supporters of the quantitative research believe that this method facilitates their work, as well as fans of qualitative research have the same belief, and this number is very close, which could be inferred that the class is already divided on the possibility of using only numbers for analysis in Production Engineering. In both cases the literature searches and the use of questionnaires, which would make the idea of creating an instrument that can adjust this knowledge within these research techniques a very feasible possibility predominate.

On the existence of an instrument that integrates quantitative and qualitative research, respondents would like to have it, but highlight the need for a material that is accepted by the academic community and most cited in the form of applications for computers and statistical resources.

The suggestions made by the respondents are shown in Table 1.

Table 1. User suggestions for qualitative along with quantitative tools

Questionnaire with open questions	5	19%
Discourse analysis	4	15%
Simulation results	10	37%
Note	1	4%
Simulation results of speech analysis	4	15%
Other	3	11%

In AHP, to identify the elements of the problem, set goals and establish a hierarchy of one or more levels. Alternatives are considered the base and then determine whether the priorities to

be studied. For example, the work of Laínez et al. (2010) presents the supply chain as a strategic model for business, incorporating particular components of decision that can become an important tool to gain competitive advantage in the global market. For the authors, all areas must be coordinated together to develop a good business policy, specifically analyzing the trade-off for improved performance of the overall metric: net. The authors propose a complex mathematical model as a breakthrough in scientific development to be used in marketing from quantitative measures to support decision making.

Other methodological studies of mathematical models include ANOVA, Factor Analysis, Structural Equation Model, Multiple regression and factor analysis, one-way ANOVA and Chi-Square. Depending on the case, the authors excel in using several of them to can find the best numerical and quantitative alternative for better decision making for the business, as is the case of Lu et al. (2012), which to study the sales forecast, important and crucial aspect of a business financial planning, inventory management and customer service among wholesalers of computers, mainly because of demand uncertainty they face and the short time life and rapid obsolescence of products for Information Technology (IT) use various quantitative tools this preview: MARS , a non-linear model and methodology for nonparametric regression, to build a sales forecast, a model to investigate the relationship between variables and prediction of important amounts of sales through the basic functions and function prediction built. With these experiments, the authors evaluated two sets of actual sales data collected from two wholesalers in Taiwan. The results obtained with the MARS prediction model were compared with the SVR, BPN, ELM, CMACNN, ARIMA,

MLR for four and two-stage models: MARS-SVR, BPN-MARS, MARS-ELM, and MARS-CMACNN. Without sticking to the results, but only to demonstrate the number of programs and possibilities when it wants to do quantitative analyzes of existing numbers in a company, this study is a good example of existing capacities when they have access to these numbers. What reinforces the purpose of this article, whose difficulty is to find ways to transform qualitative responses in minimally safe for decision making?

The work presented by Ko et al. (2012), from a study of global consumers, and focusing on Global Marketing Strategy (GMS), a possibility to segment markets cross-nationally, particularly in the case of clothing sportswear industry. According to the authors, a review of transnational consumers (Austria, China, South Korea and the United States), respecting their preferences lifestyles, considering data on demographics, attributes for product evaluation and purchasing behavior was taken in 1031 with questionnaires. The results were subjected to factor analysis to identify eight factors of lifestyles of consumers in sportswear, and this is a large behavioral study on consumer lifestyle and ways to purchase this type of clothing.

Ngai et al. (2012) presents a case study in depth of a Chinese apparel company that uses identification technology for radio frequency identification (RFID) to improve their production processes. Their results indicate that technology prints relative advantage, compatibility, complexity, expansion of production and cost of technology when it comes to "push" the production. When going to "pull" production also includes the competitive factors, pressure from customers. According to the authors , the key factors for a successful implementation in a manufacturing process based on RFID technology are the management system, including vendor selection, organizational motivation, evaluation of cost-benefit,

senior management support, user involvement, career growth plan for supervision, staff competence, beyond the political handling, good structure and compatibility of the operational process.

Advances in IT have many opportunities for businesses, including small and also the clothing and textile industry, which have been passed on radio frequency identification (RFID) (Ngai et al. 2008), because of the lower costs of labeling and the benefits provided. Facilitates communications with RFID identification of targets by means of radio waves, can be recognized, monitored and tracked (Jones et al. 2005).

According to studies Loebbecke et al. (2006), RFID can help organizations track assets and monitor performance indicators, more precisely, manufacturing operations more visible and allow decisions based on real-time information.

From the pioneering study by Ngai et al. (2012) , the entry of technology for production control in small garment industries, which are normally used for paper tickets in ready packages of clothes, which at the end of the day, are removed by a supervisor and typed on the computer. Reading a barcode does this directly in the system.

Wong et al. (2011) present a two-stage methodology to investigate relations among the key factors for supply chains: the PC-algorithm to discover the critical factors and then applied the neural network to quantify the relative importance of some of the items in the forecast of the factors critics. This method frees the researcher to make subjective decisions in analyzing, specifying, for example, models of initial paths required an analysis of structural equation modeling and selecting factors for the subsequent predictive modeling plausible. Thus, the method is able to suggest to the decision maker the most important factors that resources and efforts should be engaged.

Final Remarks

In the case studies, the method that was been used more in Production Engineering as a form of qualitative studies, Eisenhardt (1989), the evidence can be both quantitative (numbers when present), and qualitative (when its result are words) or a combination of both. This author presents a closer approximation to what was argued in this article, that the results can be presented either through quantitative research by many qualitative, and this without any preconceptions about its results.

The challenges are immense when it comes to methodologies in Production Engineering because current thinking is that the numbers do not lie. It would be necessary, however, be a way to collect these figures in order to leave no doubt that they are not lying, and better yet, they are telling a true story, from the correct instruments. Analyze speeches and contents, besides simulating results through new instruments may prove to be a trend at some point, since entrepreneurs are increasingly sensitive to the release of their data for analysis and difficulties in collecting real numbers for academic analyzes.

Thus, treating the interviews produced in Production Engineering research method of content analysis can be an interesting idea when the diversification of responses becomes intense, and in the eyes of the researcher without proximity to numbers that could lead to the quantitative

data. Obviously, for applying this type of analysis in Production Engineering would require training of researchers on the topic.

The simulation and modeling in the case of Production Engineering could be an important component in the training of researchers in the use of tools with a greater degree of subjectivity, as in discourse analysis and content.

Consider the creation of a more comprehensive model that includes the simulation results from the quantitative data and qualitative responses can become an interesting object to study that researchers can deal more commonplace and facilities so they can increase the production of texts and research them.

The research models that manage to bring together quantitative and qualitative data will be able to bring greater safety and quality results as well as greater reassurance to researchers about their results that generally need to rely more on their own feelings than the existing tools, even these are few and are not very reliable. The lack of data is that it disrupts the studies and a way to deal directly with qualitative and quantitative data are still a challenge to scholars of the subject.

References

- Bardin, L., 2004. *Análise do conteúdo*. Lisboa: Edições.
- Barradas, J.S., Campos Filho, L. A. N. 2010. Levantamento de tendências em gestão do conhecimento no Brasil: análise de conteúdo da opinião de especialistas brasileiros. *Perspectivas em Ciência da Informação*, v.15, n.3, p .131-154, set./dez. 2010.
- Chopra, S., Meindl, P., 2007. *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation*. Prentice-Hall.
- Eisenhardt, K. M. 1989. Building Theories From Case Study Research. *Academy of Management. The Academy of Management Review*. Oct 1989; 14, 4; ABI/INFORM Global. P. 532.
- Elkington, J. 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21 st Century Business*, Capstone, Oxford.
- Hassini, E., Surti, C., Searcy, C. 2012. A literature review and a case study of sustainable supply chains with a focus on metrics. *Int. J. Production Economics* 140 (Issue 1), Nov. 2012, 69-82.
- Jones, P., Clarke-Hill, C., Hillier, D., Comfort, D. 2005. The benefits challenges and impacts of radio frequency identification technology (RFID) for retailers in the UK. *Marketing Intelligence & Planning* 23 (4), 395–402.
- Kahraman, C., 2008. *Fuzzy Engineering Economics with Applications*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Kelton, W. D.; Sadowski, R. P.; Sturrock, D. T. 2004. *Simulation with Arena*. New York: McGraw-Hill.
- Ko, E., Taylor, C. R., Sung, H., Lee, J., Wagner, U., Navarro, D. M-C., Wang, F. 2012. Global marketing segmentation usefulness in the sportswear industry. *Journal of Business Research* 65.1565–1575.
- Láinez, J. M., Gintaras, V., Reklaitis, L. P. 2010. Linking marketing and supply chain models for improved business strategic decision support. *Computers and Chemical Engineering* 34. 2107–2117.
- Lane, D. C. 1995. On the Resurgence of Management Simulation and Game. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 46, No. 5, p. 604-25.
- Law, A. M., Kelton, W. D. 2000. *Simulation modeling and analysis*. Boston: McGraw-Hill.
- Lean, J., Moizer, J., Towler, M., Abbey C. 2006. Simulations and games - Use and barriers in higher education. *Active Learning in Higher Education* V. 7, n. 3, p. 227-242.
- Loebbecke, C., Palmer, J., Huyskens, C. 2006. RFID's potential in the fashion industry: a case analysis. In: *Proceedings of the 19th Bled e Conference, Slovenia*. J. Eng. Technol. Manage. 29. 112–130.

- Lu, C-J., Lee, T-S., Lian, C-M. 2012. Sales forecasting for computer wholesalers: A comparison of multivariate adaptive regression splines and artificial neural networks. *Decision Support Systems* (54)584–596.
- Maingueneau, D. 1993. *Novas tendências em análise do discurso*. Campinas: Pontes.
- Ngai, E. W. T., Chau, D. C. K., Poon, J. K. L., Chan, A. Y. M., Chan, B. C. M., WU, W. W. S. 2012. Implementing an RFID-based manufacturing process management system: Lessons learned and success factors. *Journal of Engineering and Technology Management* 29 (1), Jan-Mar 112-130.
- Ngai, E. W. T., Moon, K. K. L., Riggins, F. J., Yi, Y. C. 2008. RFID research: an academic literature review (1995–2005) and future research directions. *International Journal of Production Economics* 112 (2), 510– 520.
- Pessoa, M. S. 2009. *Processos e Projetos em uma Fábrica de Software – e-lab TI*. Livre Licenciatura apresentada na Universidade de São Paulo (USP). Available at <http://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.teses.usp.br%2Fteses%2Fdisponiveis%2Flivredocencia%2F3%2Fde01042011115726%2Fpublico%2F0911MarceloPessoaTeseDeLivreDocencia.pdf&ei=t7CxUra7NsHX0QW46YCgAQ&usq=AFQjCNFS0GRpnZRrsRwZcz7bmkGkRGVfBA&sig2=NaADgEinN45WV5NHCMl>
- Rew. Accessed in december 2013.
- Saaty, T. L. 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, v.1, n. 1, p.83-98.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., Lucio, P. B. 2006. *Metodologia de pesquisa*. São Paulo: McGraw-Hill.
- Silva, O. G., Cavalcanti, G. A., Lucena, R. L., Silva, R. F. 2006 *Produção científica em Estratégia e Organizações na Engenharia de Produção*. III SEGET. Simpósio em Excelência e Gestão em Tecnologia. Anais. Associação Educacional Dom Bosco. Rio de Janeiro. Brasil.
- Wong, T. C., Law, K. M. Y., YAU, H. K., NGAN, S. C. 2011 Analyzing supply chain operation models with the PC-algorithm and the neural network. *Expert Systems with Applications* 38, 7526–7534.
- Yarsacan, H. 2009. Improving Understanding, Learning, and Performances of Novices in Dynamic Managerial Simulation Games. *Wiley Periodicals, Inc.*, Vol. 15, No. 4.
- Yin, R. K. 2001. *Estudo de Caso – Planejamento e Métodos*. Porto Alegre: Bookman.
- Zhao, J, Tang, W, Wei, J. 2012. Pricing decision for substitutable products with retail competition in a fuzzy environment. *Int. J. Production Economics* 135, 144–153.

ANEXO H –REVISTA GEPROS – GESTÃO DA PRODUÇÃO, OPERAÇÕES E SISTEMAS

Algodão colorido e agroecológico necessita de mais pesquisas para aumentar sua produção sustentável

Colorful and agroecological cotton requires more research to increase its sustainable production

Resumo

Os temas agronegócio do algodão colorido e moda praticamente não possuem literatura científica substancial sobre o assunto, quando se trata de sustentabilidade. O algodão colorido e agroecológico podem ser produzidos com menos poluição e utilizando menos água. Este artigo apresenta a fibra colorida e algodão orgânico, produzidos por pequenos agricultores como produto alternativo para promover a sustentabilidade na indústria têxtil. Foram feitos levantamentos de número de artigos em publicações internacionais sobre o tema e apresentados os resultados de pesquisas de produtos tóxicos utilizados para a produção do algodão branco e na indústria têxtil. As agências governamentais precisam ajudar os agricultores a melhorar a sua produção e distribuição, bem como proporcionar a infraestrutura necessária para atingir o mercado global, o que facilita o desenvolvimento dos países mais pobres, com mudanças nas avaliações de impacto ambiental e da indústria da moda.

Palavras-chave: Agronegócios; Desenvolvimento sustentável; Sustentabilidade na indústria da moda; Pesquisa em Agronegócios e Sustentabilidade.

Abstract

Agribusiness cotton production and fashion have no substantial scientific literature on the subject, when the subject is sustainability. They can be produced with less pollution and by using less water. This paper presents the colored fiber and organic cotton as an alternative product to promote sustainability in the textile industry, produced small farmers. Surveys of the number of articles in international publications have been made on the subject and presented the results of surveys of toxic products used for the production of white cotton and textile industry. Government agencies need help farmers to improve their production and distribution, as well as providing the infrastructure necessary to achieve the overall consumer market, which would help the development of poor countries, with changes in environmental impact assessments and industry fashion.

Keywords: Agribusiness; Sustainable development; Sustainability in the fashion industry; Agribusiness Research and Sustainability.

1.Introduction

There are few international and national publications, highlighting only the Brazilian government agency Embrapa Cotton in search of colorful planting and agro-ecological cotton. Thus, there is a gap for the development and expansion of this production worldwide, since in the long run, the cotton farmers should to think of more ways sustainable their crops. The colorful and agroecological cotton have that possibility, however, there is still strong resistance from big business, focusing on this kind of business just in family farming. So the most important question to which we seek answer in this study is to initiate awareness of the international community on the issue, because a better informed consumer demands a more sustainable production. Cotton agribusiness will be no exception.

This paper presents the lack of perceived importance of sustainability in academia, represented by the small number of international publications, and addresses the use of chemicals in the processing of white cotton. Many of these chemicals are environmental pollutants, and their use can be avoided via production of organically produced, coloured cotton. Use of these genetically modified plants and agroecological techniques is growing in Brazilian business. The result is a product that saves water, reduces waste, and is economically viable over a period of ten years.

2. Theoretical framework

2.1 Cotton agribusiness

Cotton fibers are grown on 34 000 000 hectares globally (7 per cent of the world's arable land). This industry produces 70 000 000 tons of cotton annually, and 24 600 000 tons are used by the textile industry to produce fabrics, clothing, hospital supplies, uniforms, and other goods (MAPA 2012; MARIANO 2011). Cotton yarn is one of the oldest materials used in the production of confection fabrics, and the clothing and textile

industry accounts for a large portion of the US\$400 billion annual revenue of the yarn industry (MARIANO, 2011). In Brazil, approximately 30 000 companies produce nearly 10 billion pieces annually. Brazil is the fifth largest producer of cotton and the fourth largest producer of confections. The Brazilian production from these products reached US\$60.5 billion in 2011, accounting for 3.5 per cent of the national GDP and 5.5 per cent of the GDP of the manufacturing industry in the country (ABIT, 2012).

Mixed fibers and chemicals have assumed greater global importance in textile manufacturing. Despite the difficulty in gaining market shares, Brazil still has the highest productivity rate among the major producers of cotton. Although production has increased significantly, the area of global land cultivated for growing cotton has only increased from 31 000 000 hectares in 1965 to 33 000 000 in 2010, representing only a 6.5 per cent increase in 45 years. Meanwhile, productivity increased from 365 kg/ha in 1965 to 732 kg/ha in 2010, representing an increase of over 200 per cent in the amount of cotton produced per unit area (MAPA 2012).

Cotton production jobs require little specialization or training, making them a viable solution to job creation in poor countries. African countries, for example, sold nearly half of their production to the United States of America in 2009, totaling US\$4.9 billion compared to just US\$2.1 billion in African sales. African shares have nearly doubled since the 1980s, with additional production coming from numerous small business owners. Approximately 180 000 small scale farmers in Zambia receive financial incentives for manufacturing seeds. In the United States, 25 000 producers receive government subsidies to help maintain their production. These incentives were offered because the main goal of the textile sector has been diversification and segmentation of global production, such as cotton farming and production in certain regions, weaving yarns in others, and manufacturing in other countries (IEMI, 2012, NATHAN ASSOCIATES INC., 2007).

2.2 Textile chain and pollution

Several sectors integrate a fashion chain approach, starting with the growth of natural fibers such as cotton, moving to treatment of artificial fibers by the chemical and petrochemical industries, and then ending with processing and consumer distribution. These productions supply the yarns for weaving, knitwear, and nonwoven fabrics (which have no crossing fibers) (MENDES, 2010). These materials are used in production throughout the garment industry, including clothing, bedding, table linens, bath towels, and specialty fabrics for industrial, civil, and other types of construction. An extensive distribution chain is used to deliver products to consumers. This production chain is long and requires many links and resources. Almost all of the resources are natural but environmentally degrading, such as the abundant use of water and the pollution that is created by dumping the waste effluents that are produced during each step of this process (manufacturing of synthetic and natural fibers, spinning, weaving and knitting, pre-treatment of tissues, dyeing and printing, finishing, manufacturing, and retail) (ABIT, 2012).

The chemical processes involved in the textile chain return water to the environment that is contaminated by chemicals, dyes, and other pollutants. Waste is accrued in all states (solid, liquid and gaseous) via the operations of bleaching, dyeing and finishing, which emit various hazardous chemicals when disposed of improperly. Cotton yarn processing includes various processes that transform raw textile materials into white, dyed, printed, and various finished materials. These processes, as well as desizing, generate wastewater pollutants. However, the textile chain is complex and still includes wet finishing processes, which prepare the fabric to be dyed, printed, or finished. These processes require substances such as water, resins, dyes, and surfactants (FORGIARINI, 2006).

There were no recent studies for comparative analysis of changes to these waste elements during this period. The author of this work also determines the major chemicals, auxiliaries, and dyes found in textile effluent: ink dyes, azo dyes, disperse dyes, pigments, sodium hydroxide, urea, sodium hydrosulphite, reactive dyes, direct dyes, sulphur, sodium chloride, hydrogen peroxide, sodium silicate, sodium carbonate, acetic acid, ethanol, sodium acetate, sodium nitrite, turpentine paste, inks for printing, binding agents, tapioca starch, sodium bicarbonate, sulphate sodium, muriatic acid, magnesium sulphate, softeners, detergents, sequestrants, humectant, dye fixative, optical dispersion agents, antifoaming agents, protective colloids, igualizante, white glycerine anti-immigrant, emulsifiers, sizing lubricant, thickener, antioxidant, emulsifier, catalysts, and reducer. In the same study, the author highlights the dyes that were most commonly used and most commonly found in the effluents of the companies studied (MARTINS, 1997). The author states that the direct and reactive dyes were most commonly used and sulphur dyes were most common in contaminated effluents from textile production.

The concept of sustainability is to meet the developmental needs of the present without compromising the survival of future generations (WCED, 1987; MARIANO, 2011). Consistently planning and executing sustainability practices is challenging for businesses, governments and society in general.

In Brazil, Embrapa Cotton has been working for almost 20 years to develop environmentally friendly strategies for production, processing, and marketing within the cotton agroecosystem. In addition, this company produces colored cotton that does not pose a threat to human health or the environment, resulting in a growing

market for the organic, pesticide free product. As of 2007, 265 517 bales of organic cotton have been produced in 24 countries, and worldwide production has grown by approximately 50 per cent annually since production began (BRASIL, 2011). Organic cotton is also suitable for people allergic to artificially colored fabrics. These factors have led to an increased demand in the international market, particularly in Europe and Japan where the market for natural products has grown tremendously (EMBRAPA ALGODÃO, 2012).

According to Beltrão and Carvalho (2004), the Brazilian strategies for production, processing, and marketing of cotton agroecological products create a product free of pesticides. In 2000, the northeast portion of the country began increasing production, which has put Brazil on the current list of major organic cotton producing countries.



Image 1: Fiber cotton of various colors. White cotton and ruby colored cotton.
Source: Embrapa Algodão.

The first image shows BRS 200 Brown, launched in 2000, then came to BRS Verde, in 2003, BRS and BRS Ruby and Sapphire, both in 2005, and finally, the BRS Topaz, launched in 2010 (EMBRAPA COTTON, 2012).



Image 2: Images produced clothes with colored cotton
Source: Natural Fashion (2012).

In Campina Grande, Paraíba, the Coopnatural, the cooperative textile production status, purchase any colored cotton produced by small producers. The material passes through two processes: spinning and weaving, and families and neighborhood associations produce handmade clothes (Figure 2) and environmentally friendly for the brand Natural Fashion (2012), made with the organic cotton and colored (REBOUÇAS and SALGADO, 2011).

Rebouças e Salgado (2011) suggest that the companies involved want more than a well-articulated discourse on sustainability and desire ways to transform the global environmental scenario with their ideas. Refosco et al. (2011) reveals that producing colored cotton fiber results in excellent product quality and yield. According to the authors, the production of colored fiber can increase the net income of small-scale and family farmers because the price of lint cotton (BRS-200 Brown) is 30 per cent higher on average than a plume of white cotton. In addition, income increases occur in small and medium apparel industry businesses that sell colored cotton products, generating a virtuous cycle of income and environmental improvements. Furthermore, a significant amount of water is consumed in fabric dyeing processes.

The production of one pound of yarn or fabric uses an average of 30 litres more water than production of colored fabric, representing 30 per cent of the final cost of manufacturing. Environmental pollution will also be reduced because no chemical dyes are used in the manufacturing process (REFOSCO et al., 2011). In 2011,

Brazil has established technical standards for organic textile cotton products, creating business opportunities for companies to meet the increasing customer demand for sustainable products (BRASIL, 2011).

To continually improve the product, sustainable cotton farming processes (organic or agroecological), must maintain quality, consistency, and yield (CARTAXO et al., 2008). However, it is difficult to increase sales due to the lack of data on production, financial viability, and acreage. In addition, scarce and incomplete information about organic and agroecological cotton production makes investing in this area difficult (RAMOS, GILVAN, EMBRAPA COTTON, pers. comm.).

3. Methodological Procedures

3.1 Object of study

The international databases were searched to find studies on the topic of sustainability in agribusiness cotton, and also the use of colored and agroecological cotton, with practically no results about themes. Thus, plant the colored and agroecological cotton presents itself as a way to bring sustainability to this important business chain, which comprises all the fashion sector.

3.2 Procedures for Data Collection

Searches in national and international databases (ScienceDirect, Scielo) produced few studies on sustainability in the chemical industry that involved the textile sector. Articles in scientific journals, magazines and newspapers did contain some secondary data analysis and descriptions of the sustainability chain in textile and fashion. A search for articles on the production of colored cotton and agroecology returned few results. Virtually no international publications exist on these topics, and the few articles that do were published by the governmental research organisation Embrapa Cotton. These studies cover topics such as social responsibility and sustainability. The data presented in the studies included descriptive statistics used to present a projection of production, the economics of water use in relation to the joint production of cotton, and the reduction of effluent from the textile chain when producing organic cotton.

3.3 Procedures for Data Analysis

The surveys were made in international databases (ScienceDirect and Embrapa Cotton) on the topics presented in Tables 1 and 2: sustainability, cotton fibers, dyeing cotton, manufacture of textiles, fabrics and dyes and other general keywords related to the topic. Brazilian agribusiness, Brazilian agribusiness colored cotton and family farming were also subjects surveyed. The goal was to find international articles regarding this subject. After the raised numbers, were tabulated and submitted to a descriptive analysis presented in Results, which also show the amount of water and chemicals used in the textile industry and a review of its use in the last ten years as well as possible contamination from these agents that were dumped into the environment during this period.

4. Results and Discussion

4.1 Scholarship on the topic

A ScienceDirect survey, limited to publications from 2010-2013, yielded few studies that researched colored cotton (Frame 1). These results may demonstrate the lack of emphasis that sustainable technologies and the production of natural fibers have received from researchers and investors.

Frame 1. Search for keywords in website ScienceDirect

Keywords: colored cotton	Number of papers
Sustainability	8
Cotton fibers	6
Dyeing of cotton	8
Cotton fabric	1
Other colorants	2
Varied subjects	49
Total	74
Keywords: agribusiness colored cotton	
Cotton	1
Biodiesel	1
Varied subjects	19

Total	21
Keywords: Brazilian family farming	
None on cotton	275
Total of three subjects surveyed	370
Source: the authors	

Embrapa Cotton has produced 14 collections of periodicals on various agricultural subjects, including six journals specific to cotton production: Newsletters Research and Development, Technical Circulars, Technical Announcements, Announcements, Documents Series, and Leaflets and Brochures and Technical books. Embrapa Cotton is serving as a producer of cotton materials as well as a research resource for scholars interested in agroecology, as shown in Frame 2.

Frame 2. Papers published in journals Embrapa Cotton

	Search by period	Items submitted annually
2011	103.086	10.547
2012	192.418	3.166
2013	63.487	1.444
Total	359.091	15.157

Source: the authors

Martins (1997) found that the textile sector represents 25 per cent of the industrial state of Santa Catarina in Brazil but also produces high amounts of untreated toxic effluents. His work, examining 10 companies processing yarn for the textile industry, presents the constituents of waste in the production process (Frame 3).

Frame 3: Dejects generated in the production process

Stage	Components of the dejects
Iron	Starch and synthetic gums based on polyacrylates
Pre-ironing	Humectants, salts, caustic soda, and peroxide
Bleaching	Humectants, salts, caustic soda, sequestrants, peroxide and / or chlorine and neutralizers
	Colorants, sequestrants, salts, caustic soda and / or kelp
Dyeing	Dyes, caustic soda and gums
Stamping	Detergents
Washing	Softeners and sliding
Softening	

Source: Adapted from Martins (1997).

In Table 1, the author presents the chemicals and dyes most commonly used in the textile industry based on a projected production of approximately 1000 tons/month of knitwear. Galindo et al. (2001) stated that approximately 1 per cent to 15 per cent of the dyes used by the textile industry are lost in the dyeing process and released in the effluent. This finding corroborates those of Herrmann et al. (2001), particularly the detrimental impact of textile effluent on the environment and aquatic life. Table 5 shows the consumption of water that is necessary to produce approximately one ton of mesh (BELTRÃO et al., 2009), which uses 70 per cent more water than colored cotton production.

Table 1: Basic consumption of chemical products and the effluent which pollute the environment, compared to naturally colored cotton

Chemical product used in usual textile industry	Basic consumption (t/month)	1 -15% of the effluents' products (average of 10% t/month)
Salt	120.0	12.0
Peroxide	16.0	1.6
Kelp	30.0	3.0
Acetic acid	3.0	0.3
Other acids	6.0	0.6
Reactive dyes	6.4	0.64

Sulfur dyes	13.8	1.38
TOTAL	312.2	21.22

Adapted from Galindo *et al.* (2001) and Martins (1997).

Government investment in sustainable agriculture has reached a total of \$5 billion in credit lines between the harvests of 2008-2009 and 2011-2012. However, these investments target large scale agricultural producers through a variety of funding programs (Constitutional Funds, National Bank for Economic and Social Development - BNDES – and National Program for Strengthening Family Agriculture - Pronaf) (MAPA, 2012). Small-scale, family farmers, who can benefit from greater income distribution, also need to be encouraged to use sustainable and agroecological methods.

Innovations in the textile industry, which include special fabrics that are chemically modified to protect, repel, heat, cool, and retard fire, are being used in engineering, civil construction, and other industries (BELTRÃO, 2011). Another possibility is the use of raw materials and processes that are sustainable, such as the reuse of fibers. One example is fabrics made with polyethylene terephthalate (PET) from disposable plastic bottles, which are comprised of 50 per cent polyester and 50 per cent PET. Cotton and ecological prints are made with inks that have low environmental impacts and from water that is free of heavy metals and polyvinyl chloride (PVC), which contaminates the environment and affects the health of workers who use it (TEONLINE, 2012).

Although these examples are innovative, they do not address the concern about the sustainment of natural resources and reduction of chemical pollutants arising from manufacturing. Eco-textile products are free of toxic processes. The annual global sales of organic cotton products grew by over 40 per cent between 2001 and 2009. Increased trade of “green” clothing products led large companies to adopt sustainable development strategies. Marks & Spencer stopped using PVC in their packaging in 2007, and Timberland began producing shoes from recycled organic and renewable materials (WU *et al.*, 2012).

The GRI (2010) defines sustainable enterprises as companies that claim responsibility for the product that they have produce and respect human rights, labour practices, society, and the environment. Thus, it can be inferred that companies are influenced by public opinion and are often held accountable by society for promoting sustainable development. Baskaran *et al.* (2012) used six criteria as indicators of sustainability: discrimination, human rights abuses, child labour, long working hours, unfair competition, and pollution. An analysis of textile chain suppliers revealed that environmental pollution is the main criterion on which companies focus. In this study, the authors, noting the social importance and evaluating suppliers based on the adoption of sustainability criteria in the textile chain (garment manufacturers), noted that pollution and unfair competition were important criteria for choosing partners in the business chain. Agroecological cotton is produced in sustainable systems with managed and protected natural resources, and without the use of pesticides, genetically modified organisms, chemical fertilisers, or other inputs that are harmful to human, animal and environment health (BELTRÃO *et al.*, 2009).

4.2 Agroecological and colorful cotton

Producing naturally coloured yarn requires a genetic mutation that causes the plant to release its dye. This mutation saves water and eliminates the need for additional ink chemicals. The process was developed by the Brazilian government research agency Embrapa Cotton. Embrapa specialises in technology transfer with low environmental impact and facilitates family agriculture practices (EMBRAPA COTTON, 2012). The Table 2 presents the chronological steps towards the development of the colored cotton in Brazil. There are these cultivars in the Northeastern, in the state of Paraíba, through family farms. Since 2000, Brazil has produced a variety of colored cotton strands, as shown in Table 2.

Table 2. Timeline of the development of colored fibers from 2001 to 2010.

Year	Event
2000	Development of the variety BRS 200 Marron
2001	Fiber color begins commercial scale in Paraíba state by small farmers
2001	Fiber color reaches 30 to 40% higher price per pound relative to white fiber in 2002
2002	Development of the variety BRS Verde
2002	Cultivation of organic fiber begins (without chemicals or fertilizers)
2002	Fiber color reaches 200% higher price per pound relative to white fiber
2005	Development of the variety BRS Rubi
2010	Development of the variety BRS Topázio

Source: Adapted from Beltrão e Carvalho (2004), Embrapa Algodão (2012).

Using fewer chemical processes, the yarn produced from coloured cotton (Figure 1) does not pollute the environment and decreases water use in the finishing process of the fabric by 70 per cent. Colored cotton production is currently the source of income for about a thousand farmers from the states of Paraíba, Pernambuco, Rio Grande do Norte, and Ceará. No transgenic techniques are used in production (EMBRAPA COTTON, 2012). There are many foreign investors interested in adopting these production processes and technologies, but there are no numbers currently available to assess financial viability of this process (RAMOS, GILVAN, EMBRAPA COTTON, pers. comm.).

Water consumption and effluent production values during cotton production in Brazil over the past decade can be seen in Table 3. The use of water in the processing phases for producing 1 ton of knitting is also very high from the data we can see that the reduction on the use of water is nearly 70% for processing the colored and ecologic cotton, in Baskaran *et al.* (2012) opinion.

Table 3. Basic water consumption for producing 1 ton of processed 1 ton of white cotton.

Water consumption for processing (1 ton/month)	Unit (L/month)
White cotton	30 10 ³
Colored or ecologic cotton	9 10 ³

Source: Adapted from Beltrão and Carvalho (2004), Galindo *et al.* (2001) and Martins (1997).

There was a strong demand for organic products in the world market and a resulting increase in supply. According to the Organic Exchange, in 2007-2008, 145.872 tonnes of organic cotton fiber were produced on over 160 hectares of cultivated land in 22 countries. This represents an increase of 152 per cent compared to 2006-2007 (ORGANIC EXCHANGE, 2008).

Table 4. Total of production, water consumption and chemical effluents in ten year ago with cotton production

Year	Production 1000 tons	H₂O Consumption 1000 tons	Chemical Effluents 1000 tons
2000/2001	1.511	543.960 10 ⁶	566.081.10 ⁶
2001/2002	1.245	448.200 10 ⁶	466.426. 10 ⁶
2002/2003	1.365	491.400 10 ⁶	511.383. 10 ⁶
2003/2004	2.099	755.640 10 ⁶	786.369. 10 ⁶
2004/2005	2.129	766.440 10 ⁶	797.608. 10 ⁶
2005/2006	1.038	373.680 10 ⁶	388.876. 10 ⁶
2006/2007	1.524	548.640 10 ⁶	570.951. 10 ⁶
2007/2008	1.602	576.720 10 ⁶	600.173. 10 ⁶
2008/2009	1.411	507.960 10 ⁶	528.617. 10 ⁶
2009/2010	1.194	429.840 10 ⁶	447.320. 10 ⁶
2010/2011	2.052	738.720 10 ⁶	768.761. 10 ⁶
Total	17.170	6.181.200 10⁶	6.432.568. 10⁶

Source: IEMI (2012); Mapa (2012).

Sustainability and sustainable development, although not reflected in pollution prevention processes, have achieved greatest success in regard to improving environmental indices. Technology and innovation have had a greater impact on sales and increases in mass production than on sustainable processes (REBOUÇAS and SALGADO, 2011).

China, India and Hong Kong were characterized as major exporters of textiles and clothing in 2000 and 2006, with an average growth of 18 per cent per year and an increase of almost US\$100 billion in total exports over that span (GARCIA *et al.*, 2009). However, Abreu *et al.* (2012) suggests that these trends hurt sustainability because China, in particular, did not support recent environmental legislature or trade partnerships with other countries. The study, which addresses social responsibility in Brazil and China, showed that neither country incorporates the practice of corporate social responsibility, including sustainability in strategic planning. One result is that the country in which the company operates makes a difference when it comes to adopting these practices. Brazil, despite having advantages over the Chinese production model, has taken the first steps to adopt sustainable practices.

5. Conclusion

Cotton fiber, which is not naturally white, can be grown as an agroecological product with wires composed of natural colored fiber (brown, green, yellow, grey, beige, cream, ruby, and others), minimal water consumption, and no chemicals necessary during production. This organic cotton constitutes a solid framework for an agribusiness opportunity in textile production. It may be noted that there is significant, worldwide demand for the product. Naturally colored agroecological cotton varieties, such as BRS-8H white, BRS-Ruby, BRS-Sapphire, and BRS-Verde, are grown in annual cycles in Paraíba, Brazil.

Embrapa Cotton is working to help small-scale Paraíba farmers achieve and improve agroecological production and establish sustainable accountability practices (da Silva et al. 2009). According to Ramos, Gilvan (EMBRAPA COTTON, pers. comm.), this proposal has already been submitted to the government of Paraíba and is awaiting response.

Brazil has established technical standards for organic textile cotton products, creating business opportunities for companies to meet the increasing customer demand for sustainable products (BRASIL, 2011). Green legislature, coupled with public awareness regarding sustainability, will greatly benefit global natural resources. In particular, producing colored cotton and practicing agroecology can play a large role in promoting sustainability. Corroborating the findings of Cartaxo et al. (2008), the government of the producing country needs to support agro ecology based initiatives to strengthen technical assistance, field schools, financing, production, integration, consolidation and adoption of mechanization by use of small agricultural machinery, as well as monitor global markets to achieve maximum sale price.

Ramos, Gilvan (EMBRAPA COTTON, pers. comm.) also suggests that government research institutes, such as the IBGE, should collect and distribute data and official figures on agro ecological subjects. According to Ramos, Gilvan (EMBRAPA COTTON, pers. comm.) the federal government of Brazil will adopt a minimum price policy for the purchase of colored cotton in 2014.

Additionally, the National Industry Service (Senai National) will create a technological institute for natural fiber textiles, whose main product will be coloured cotton. The fashion garments business chain is vast, complex, and financially significant in the Brazilian and global markets. Industry is also entering the era of sustainability due in large part to a shift in consumer values. This societal awareness will cause the need for further study of the economic feasibility of larger scale production of colored cotton and organic fibres that is not currently available. This study refers to what exists in Brazil. Outside this country, there are very few interventions accordingly. For this reason, this field of study opens with a possibility to create sustainability in the fashion industry at various levels. The studies are required in every link fashion chain.

We would like to acknowledge Capes.

References

- ABIT. Associação Brasileira da Indústria Têxtil (2012). Disponível em: <http://www.abit.org.br>. Acesso em: 10 Abril 2012.
- BASKARAN, V.; NACHIAPPAN, S.; RAHMAN, S. (2012). Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach. *International Journal of Production Economics* 135, 647–658.
- BELTRÃO, I. (2011). Moda e Sustentabilidade. Disponível em: <http://www.closeonline.com.br/noticia/jornalismo+de+moda/Especiais%20/5171/Reportagem+Especial:+Moda+e+Sustentabilidade> [accessed April 2012].
- BELTRÃO, N.E.M.; CARVALHO, L.P. (2004). Algodão Colorido no Brasil, e em Particular no Nordeste e no Estado da Paraíba. Embrapa Algodão, Campina Grande, Brazil.
- BELTRÃO, N.E.M.; SILVA, C.A.D.; SUINAGA, F.A.; ARRIEL, N.H.C.; RAMALHO F.S. (2009). Algodão agroecológico: opção de agronegócio para o Semi-árido do Brasil. *Embrapa Algodão*, Campina Grande, Brazil.
- BRASIL. (2011). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Orgânicos*. Instrução normativa nº 23, de 1º de junho de 2011, do Produtos têxteis orgânicos e derivados de algodão. Disponível em: http://www.prefiraorganicos.com.br/media/57269/in23_texteis_publicada_%20020611.pdf Acesso em: Abril 2012.
- CARTAXO, W.V.; GUIMARÃES, F.M.; SOARES, J.J.; BELTRÃO, N.E.M. (2008). Potencialidades da produção de algodão pela agricultura familiar do Nordeste. Embrapa Algodão, Campina Grande, Brazil.
- DA SILVA, M.N.B.; ALVES, G.D.S.; WANDERLEY JÚNIOR, J.S.A. (2009). Manejo Cultural do Algodoeiro Agroecológico no Semiárido Brasileiro. Embrapa Algodão, Campina Grande, Brazil.
- DE ABREU, M.C.S.; DE CASTRO, F.; SOARES, F.D.A.; DA SILVA FILHO, J.C.L. (2012). A comparative understanding of corporate social responsibility of textile firms in Brazil and China. *Journal of Cleaner Production* 20, 119–126.
- EMBRAPA ALGODÃO. (2012). Informações diversas sobre Algodão e Algodão Colorido. Disponível em: <http://www.cnpa.embrapa.br> Acesso em: Abril 2012.
- FORGIARINI, E. (2006). *Degradação de Corantes e Efluentes Têxteis Pela Enzima Horseradish Peroxidase (HRP)*. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico, da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brazil.

- GALINDO, C.; JACQUES, P.; KALT, A. (2001). Photooxidação of the phenylazonaphtol A020 on TiO_2 : kinetic and mechanistic investigations. *Chemosphere* 45, 997.
- GARCIA, R.; OLIVEIRA, A.; MADEIRA, P. (2009). Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil. *Documento setorial: têxtil, vestuário e calçados*. Disponível em: <http://www.projetopib.org/include/clique.php?ai=443>. Acesso em: março 2013.
- GRI. Global Reporting Initiative. (2010). *G3 Sustainable Reporting Guidelines*. Disponível em: <http://www.globalreporting.org/aboutGRI> Acesso em: abril 2012].
- HERRMANN, J.M.; VAUTIER, M.; GUILLARD, C. (2001). Photocatalytic degradation of dyes in water: case study of indigo and of indigo carmine. *Journal of Catalysis* 201, 46–59.
- IEMI. Instituto de Estudos de Marketing Industrial. (2012). *Brasil Têxtil 2012*. Disponível em: <http://www.iemi.com.br/biblioteca/textil/brasil-textil-2011> Acesso em: março 2013.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2012). Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/algodao> Acesso em: abril 2013.
- MARIANO, M. (2011). Brasil é hoje o único player têxtil mundial fora da Ásia. *Relatório Brasil Têxtil*. Disponível em: http://www.textilia.net/materias/ler/textil/conjuntura/brasil-_e_hoje_o_unico_player_textil_mundial_fora_da_asia Acesso em: junho 2012.
- MARTINS, G.B.H. (1997). *Práticas Limpas Aplicadas às Indústrias Têxteis de Santa Catarina*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brazil. Disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta97/geruza/cap4.htm> Acesso em: abril 2013.
- MENDES, F.D. (2010). *Um estudo comparativo entre as manufaturas do vestuário de moda do Brasil e da Índia*. Tese de doutorado. Universidade Paulista, São Paulo, Brasil.
- NATHAN ASSOCIATES INC. (2007). *Desenvolvimento de uma cadeia de valor dos têxteis de algodão e de confecções em Moçambique*. Submetido por Usaid/Moçambique. Sub-sector dos Têxteis-tipmoz. Disponível em: http://www.tipmoz.com/library/.../cat3_link_1183986422.doc. Acesso em: março 2013.
- ORGANIC EXCHANGE. (2008). Organic Cotton Farm and Fiber Report.
- REBOUÇAS, D.; SALGADO, J. (2011). *Moda sustentável: uma agulha no palheiro*. Vila Mulher. Disponível em: : <http://vilamulher.terra.com.br/moda-sustentavel-uma-agulha-no-palheiro-9-4009135-127308-pfi-jacque151336.php> Acessol em: Abril 2012].
- REFOSCO, E.; MAZZOTTI, K.; SOTORIVA, M.; BROEGA, A.C. (2011). O novo consumidor de moda e a sustentabilidade. *VII Colóquio de Moda*. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/14946> Acesso em: abril 2013.
- TEONLINE. (2012). *Textile Exchange*. Visão geral da indústria. Disponível em: <http://www.teonline.com/industry-overview.html> Acessol em: abril 2013.
- WCED. (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- WU, G-C.; DING, J-H.; CHEN, P-S. (2012). The effects of GSCM drivers and institutional pressures on GSCM practices in Taiwan's textile and apparel industry. *International Journal of Production Economics* 135, 618–636.

ANEXO I – REVISTA SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AN INTERNATIONAL JOURNAL

Investment in intermodal transportation in Brazil could benefit the country's GDP growth

Solimar Garcia^{1,2,3}, Eduardo Vicens-Salort¹, Irenilza de Alencar Nääs²

¹Universidad Politécnica de València (UPV), CIGIP – Centro de Investigación e Gestión en Ingeniería de la Producción.

² University Paulista -UNIP, Graduate Program in Production Engineering,

Dr. Bacelar St. 1212, São Paulo, Brazil

³ Scholarship CNPq-Brasil

{ Sol i mar Gar ci a, sol i mar gar ci a10@gmail . com }

Abstract. Brazil is one of developing countries part of the BRICS, which together have the potential to increase production and consumption by more than 50% of global GDP . The distribution of goods produced in Brazilian territory requires a complex assessment, due to its continental dimensions. A network of more efficient and inte-grated transportation should reduce prices and bring competitiveness to Brazilian products. The solution is not unique and requires a global transportation planning, including using various means, intermodal transportation, to reduce costs and delivery time. This study presents national options and their costs based on international prices. Brazil has traditionally adopted road transportation, and other options are available, as railways or waterways. Results indicate that if the country does not make the necessary investments in adequate modals, it will lose international competitiveness leading to decrease in the GDP.

Keywords: cost of transport, distribution networks, simulation, Brazilian case

1. Introduction

According to [20], in 2001, defined the acronym BRIC countries (by economist Jim O'Neill) represent emerging economies with large investment capacity that became economic powers in 2050 - Brazil, Russia, India and China. The letter S was added at the end of the acronym in 2006 (BRICS), when South Africa joined the group. These countries together account for over 40 % of the world population, have growth rates and successive improvements in per capita income, GDP (Gross Domestic Product) and the Human Development Index (HDI). They are responsible for growth of about 55 % of the global economy scenario in developed countries contributed only 20 %. However, this development in Brazil was not accompanied by necessary investments in transportation infrastructure. A total of 500 million tons of goods circulated in seaports, in 2009, about 100 million tons in imports and 400 million tons in exports [7]. Estimates show that, by 2030, one third of the products sold in the world come from Brazil [6]. Despite the trade and transport via waterways, railways, pipelines, and seaports begin to add value to the product, according to projections made by the Brazilian Association of Container Terminals for Public Use [1], a container handling in Brazil will double by 2021. Currently, products made in Brazil represent a turnover of about 5% of total world exports [1; 8].

Brazil has immense physical proportions, and the costs for handling and movement of materials and products over long geographical distances are high. These increases cost and consequently the price of the final product. This scenario continues to bring investment losses, and the decline in the quality of the Brazilian modal transport infrastructure, increases the loss of international competitiveness. Worldwide, Brazil stands in the 48th position, in transportation infrastructure, among 144 countries, and in the 65th place in logistics [9; 26]. Through literature review, it is recognized that the growing use of intermodal transport can be a stopgap solution while real solutions are not enough.

This study aimed to analyze investments in Brazil and BRIC transportation infrastructure and their influence on GDP growth in these countries.

2. Methodology

One of the difficulties the country is how to make the products arrive quickly at their outlets from imports, which usually arrives by the ports or airports. Thus, the products distributed when arrive in Brazil by train, ship or coastal line. From the literature review on the subject of government data and application in transport, it was seen that the country, like most developing countries, fail to grow because of wrong decisions about these investments in transport, and this affects their growth of Gross National Product (GDP), development and global competitiveness.

Authors [16; 24] present a projection of investment until 2016 to transportation modes and their mean for GDP growth from these investments. Far from ideal, this suggestion is an initiative that the government should take based on next investments. It was also observed that manufacture products are generally transported by expensive modal (road and airfreight). The purpose of this study was to analyze if the investment in freight transportation by other modes, other than road, can ensure greater international competitiveness and better internal distribution, as well as the drop in prices of these products.

3. Literature Review

3.1 Logistics operations

Business decision should take in a systemic and integrated form with logistics operations because they involve a complex network of relationships with various levels of the chain business, presenting decisions about production, procurement, storage and replacement policies, material handling and physical distribution [3; 10]. According to [14] distinguished service levels and logistic decisions in business in the supply chain, may cause significant impacts in business competitiveness. In the other hand, the total costs cannot compromise the quality of value aggregation to the customer and does not to prejudice the return for their investors. Furthermore, according to [22] to manage the logistics within the supply chain concept has gained much importance in recent years, because that it is shown to the customer what the company may offer to the customer - services and products. According to these authors demand management has emerged as a new dimension of the interface as their impact on suppliers and customers and analyzed in an interdisciplinary manner, which does not occur in academic research and daily basis business.

3.2 Simulations

Complex management problems can have solutions approach by strategic thinking through simulations [18]. Mathematical simulation also may help entrepreneurs in their logistics decisions, costing and performance indicators without using real money, with less risk to the business. Prior knowledge of the values might be used as input from the supply, production and distribution, which becomes a sustainable competitive advantage for the company, with total control of costs [19]. This is useful to approach decision-making in complex and dynamic process environments, increasing and improving their experience in the field, with less financial risk than usually [27]. For researchers, the model of computer simulation offers several important advantages [17] as it allows investigating events that could be potentially disastrous for most companies. Moreover, it helps to review and understand processes that would take much time to complete, and could bring influences of external factors, including human intervention. According to [2] to provide ways to plan your supply chain and business support in the decisions, warning about of the uncertainties in supply and demand also are methods of mathematical optimization models and simulation for help in the process of Business Administration.

3.3 Modals and intermodal transportation

Brazilian transportation is made by roads, highways, railroads, seaport, river ports and ducts. Road transportation is by far the most common way of circulating goods in the country. Despite the government emphasizes investments in this segment, roads are not a high priority in the country. It is a challenge to find a proper way of circulating goods in an integrated way.

The maritime transportation is usually done in an open sea, and it depends on seaport infrastructure. Brazil has potential waterways as rivers flow all over the country; however, from the 43,000 km of navigable waterways only 10,000 km are used, which account for 13% of cargo [7]. For coastal shipping, there are 42 Brazilian Shipping Companies (EBNs) authorized to operate, to use a fleet of 155 ships and totaling three million deadweight tons per year (TPB) [3].

Generally, goods with low benefit and in large volumes (agricultural products, fertilizers, coal, and oil) are transported by railroads, which are obsolete. The transport via pipelines is used for large volumes of oil, fuel oil, gasoline, diesel, ethanol, LPG, kerosene and naphtha, and for natural gas [7]. The transport system using pipelines has been used since 2009, and it totalizes 22,000 km consisting of 569 pipelines [13]. They belong to private companies. Worldwide, Brazil, is the 16th country moving 33,300 RTK (tons transported per km), or 4.2 % of total transported [11]. This modal provides lowest rates and better security than other transportation methods.

In terms of air freight, Brazil is one of the five largest in the world, has 742 public airports and 150 million people were transported in 2010. There were 300 aircraft scheduled airlines in 2012, and it is the 3rd largest aerospace industry - EMBRAER [15].

4. Results and Discussion

Despite the apparent differences and advantages in other modes, Brazil prioritizes transporting cargo by road. This contradicts the new world global order and the search for innovation, sustainability, competitiveness and reduction in costs. Figure 1 shows that 61.1% of Brazilian cargo is transported by road, using gasoline and diesel, non-renewable fuels. With high costs, it should only be used to transport high-value merchandises or perishable, finished or semi-finished goods. Despite being the most transportation used in Brazil, its disadvantages in relation to other modes are bringing some change in their share of the transportation matrix [7]. Most companies are private business; however, the major construction of road transportation infrastructure is still the government. Consortia companies have controlled of railroads [5].

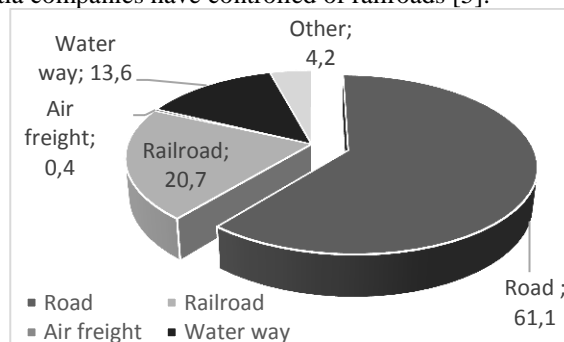


Fig. 1. Freight transportation forms in Brazil. (Adapted from [12]).

In maritime and waterway transportation, the simple adoption of containers, according to [1], let faster shipments and reduce the cost of labor. This trend to increase the volumes transported in a million TEUs (Twenty Feet Equivalent Unit or - drive twenty feet or equivalent) per year. ABRATEC affiliated companies intend to invest US\$ 10.5 billion on expansion by 2021. Through 2016, there will a use of US\$ 4.5 billion in construction of vessels and expanding the physical space for the containers. The waterways are of high importance because it allows the movement of large amounts of goods over long distances of major commodities minerals, gravel, sand, coal, iron ore, grain and other non-perishables [1].

A study of the major logistical difficulties and export in Brazil shows that it disrupts the market, and it increases the costs. The choice of modes to [25] is directly associated to cost. Historically, Brazilian government invested more in highway than in other modes, contrariwise to what makes the US, which in 2008 carried only 28 % of their cargo by road. Meanwhile in Brazil, 62% of goods are transported by roads. Obviously, the realities of the two countries are quite different compared to the existing transport infrastructure. Although the data is from 2008, the proportion of use of transport has remained [25]. In poor countries, the lack of roads constitutes an obstacle to development [23]. Therefore, as shown in Table 1, the public investment in

transportation infrastructure represents yet a small fraction of the GDP. South Africa does not have this information.

Table 1. Comparison of investments in public transportation in BRICS countries

Results in transportation in the BRIC countries (2010)			
Country	PIB 10 ⁹ US\$	Public investment in transportation infra- structure (10 ⁹ US\$)	Public investment in transportation infra- structure/GDP, %
Brazil	2.17	7.81	0.36%*
Russia	2.22	155.40	7.00%
India	4.06	324.80	8.00%
China	10.09	1.015.05	10.06%

*When considering private investments the total in transportation infra-structure represents 0.56% of the GDP. Source: [6; 16]

Government investments in infrastructure have fallen in recent decades. In 1975, it represented 1.84% of GDP; in 1987, 0.82%, and in the 90s, the investment never exceeded 0.5% of GDP. From the 2000s, they began to show a slight upward trend [12]. Modal transport and investments are presented the Figure 2, in which is shown that the money will triple in the railroad investment until 2016, over the past three years, which was R\$ 27 billion in the period 2008-2011, to US\$ 77 billion in the period 2013 - 2016.

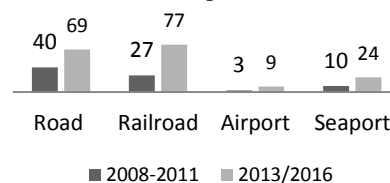


Fig. 2. Brazilian governmental investments in transportation in the years 2008-2011, and the forecast for the years 2013-2016.

Data [16] suggest that the Brazilian government needs to invest in the modal infrastructure in the next 15 years. Due to the unbalanced logistic matrix by the over-involvement of road transport, the cost of transport has decreased competitiveness of Brazilian goods. The study suggests that the public and private resources are around 3.4% of GDP in the first five years of the new model, and 2% of GDP over the next ten years. Table 2 details the program, comparing the values proposed by modal analysis with inversions between 2006 and 2010.

Table 2. Projection of the investment required in transportation infrastructure in Brazil

Modal	Investment required Year 1 - 5 - 10 ⁹ R\$ /year	Investment required Year 1 - 5 - % PIB	Investment required Year 6 - 10 - 10 ⁹ R\$ /year
Road	69.03	1.88	28.4
Railroad	29.83	0.81	29.6
Port	17.46	0.48	10.9
Air freight	8.63	0.23	4.7
Total	124.95	3.40	73.6

Source: [16; 24]

Table 3 shows a simulation of international freight fees [21], in which it is shown the damage suffered by the country with the choices of investment in transport modes, whose average cost difference between Brazil and US hits US\$ 20 billion (considering conversion rate US\$ 1.00= R\$ 3.00). Other government investment should be in establishing appropriate fixed points of origin and destination, generating economic efficiency and greater share of transportation of internal and external loads within the country. This would promote fixed costs from initial

investments, and it facilitates the flow of agricultural products, minerals and energy, which are sectors that still have large logistical barriers.

Table 3. Average cost of transportation in Brazil and the US.

Modal	Load transported		Matrix of transportation (%)			Mean freight- International standard (US\$/10 ³ TKU)	
	10 ⁶ TKU	10 ³ TU	Brazil		EUA	Brazil	EUA
			With Iron	Without Iron			
Road	488.000	456.000	60	70	26	45.0	56,0
Railroad	188.000	356.000	22	9	34	18.0	14,0
Waterway	112.000	398.000	14	17	25	12.0	5,0
Duct	24.000	24.000	3	3	14	10.0	10,0
Airfreight	8.000	8.000	1	1	1	360.0	320,0
Total	820.000	1.266.000	100	100	100		
Mean cost – US\$/10 ³ TKU			36.0	39.0	25.0		

TKU– transportation of 1 ton by 1 km. R\$ 1.00= US\$ 3.00. Adapted from [21]

5. Final Remarks

Brazil, with the role of developing country should redesign the transportation infrastructure for their products to improve internal and external competitiveness. Joining the transportation network in all kinds of modes is a challenge for all countries. In Brazil, although there are few resources in most modes, further integration could already yield better results for companies, either in speed, or in lower prices than usual. Priority should focus on infrastructure expansion integrating Brazilian cargo transport matrix, whose main goal would be to prioritize the development of the railroad and waterway to expand the capacity of the system.

Acknowledgement: The authors wish to thank CAPES and CNPQ, and the Universitat Politècnica de València (UPV).

References

1. Abratec. Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público. Viewed in april 2014. Available at: <http://www.abratec-terminais.org.br/estatisticas> (2013).
2. Acar, Y.; Kadipasaoglu, S.; Schipperrijn, P. A decision support for global supply chain modeling: an assessment of the impact of demand, supply and lead-time uncertainties on performance. *Int. Journal of Prod. Research*, 48 (11): 3245-3268 (2010).
3. Ballou, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman (2011).
4. Brazil. ANTT. Agência Nacional de Transportes Terrestres. Portos 2021. Parceria com Instituto de Logística e Supply Chain (ILOS), Associação Brasileira dos Terminais de Contêineres de Uso Público (Abratec) e Câmara Brasileira de Contêineres, Transporte ferroviário e Multimodal (CBC) (2012).
5. Brazil. ANTT. Associação Nacional dos Transportes Terrestres. Dados sobre transportes terrestres 2008, publicados em 2009. Viewed in: April 2014 (2009).
6. Brazil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agrostat. Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro. Accessed in April 2014 (2011).
7. Brazil. Ministério dos Transportes. Linhas de Cabotagem. Available at: <http://www2.transportes.gov.br/bit/05-mar/cabotagem.html>. Viewed in: april 2014 (2013).
8. Brazil. Ministério dos Transportes. Transportes Marítimos. Available at: <http://www2.transportes.gov.br/bit/04-hidro/hidro.html>. Accessed in: April 2014 (2013a)
9. Caleiro, J. P. 15 países com melhor logística no mundo (e o Brasil em 65º). *Exame*. Available at: <http://exame.abril.com.br/economia/noticias/15-paises-com-melhor-logistica-no-mundo-e-o-brasil-em-65o>. Accessed in: March 2014 (2014).
10. Chopra, S.; Meindl, P. Gestão da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operações. São Paulo: Pearson Prentice Hall (2010).
11. CNT. Confederação Nacional dos Transportes. 2012. Pesquisa CNT de Ferrovias 2011. Brasília: CNT (2012a).
12. CNT. Confederação Nacional dos Transportes. 2012. Pesquisa CNT de Rodovias 2012. Brasília: CNT (2012b).

13. CNT. Confederação Nacional do Transporte. O Transporte Dutoviário. Economia em Foco. 28.08.2012. Available at: http://www.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Economia%20em%20foco/ECONOMIA_EM_FOCO_28_de_agosto_2012.pdf. Accessed in: April 2014 (2012c).
14. Faria A. C.; Costa, M. F. G. Gestão de Custos Logísticos. São Paulo: Atlas (2010).
15. Iata. International Air Transport Association. Dados gerais sobre transportes aéreos. Available at: www.iata.org. Viewed: April 2014 (2013).
16. Ipea. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Oportunidades e desafios para a engenharia consultiva no Brasil. Garcia, J. L. K. (Cons. do Prog. Diag., Persp. e Alternativas para o Desenvolvimento do Brasil junto com o Banco Interamericano de Desenvolvimento (2013).
17. Kelton, W. D.; Sadowski, R. P.; Sturrock, D. T. Simulation with Arena. New York: McGraw-Hill (2004).
18. Lane, D. C. On the Resurgence of Management Simulation and Game. Journal of the Operational Research Society, 46(5): 604-25 (1995).
19. Lean, J.; Moizer, J.; Towler, M.; Abbey C. Simulations and games - Use and barriers in higher education. Active Learning in Higher Education, 7(3): 227-242 (2006).
20. Pena, R. F. A. BRICS. Acordos Internacionais. Available at: www.mundoeducacao.com/geografia/bric.htm. Accessed in: april 2014 (2013).
21. Rebelo, J. Logística de Carga no Brasil. The World Bank. Sustainable Development Department. Latin America and Caribbean Region. Dec 2011. Viewed in: April 2014. (2011).
22. Rexhausen, D.; Pibernik, R.; Kaiser, G. Customer-facing supply chain practices - The impact of demand and distribution management on supply chain success. Journal of Operations Management 30: 269–281 (2012).
23. United Nations. Banco Mundial. Best Practices in Investment for Development. Investment Advisory Series. S. B, n. 2. Lessons from Australia and Peru. New York and Geneva (2009).
24. United Nations. Banco Mundial. Best Practices in Investment for Development. Investment Advisory Series. Ed. 2014 (2014).
25. Wanke, P. F.; Hijjar, M. F. Exportadores brasileiros: estudo exploratório das percepções sobre a qualidade da infraestrutura logística. Produção, 19(1): 143-162 (2009).
26. World Economic Forum. The global competitiveness report 2012 – 2013. Geneva: World Economic Forum (2012).
27. Yarsacan, H. Improving Understanding, Learning, and Performances of Novices in Dynamic Managerial Simulation Games. Wiley Periodicals, Inc., 15(4) (2009).