

UM MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO APLICADO A LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL: UM CASO DA INDÚSTRIA TÊXTIL

José Fabiano da Serra Costa

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
fabiano@ime.uerj.br

Aline Ramos Borges

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
alininharb@hotmail.com

Thaís dos Santos Machado

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
thais.smachado@gmail.com

Resumo

O setor têxtil é um dos segmentos de maior importância dentro do ramo industrial, contando com uma posição de destaque na economia dos países mais desenvolvidos e também na economia de países emergentes, que devem em grande parte a este setor, o papel de destaque que exercem no comércio mundial. O objetivo desse trabalho é auxiliar uma empresa brasileira do ramo têxtil, no segmento de calça jeans, que deseja um estudo sobre as condições para a instalação de uma indústria de confecção em três possíveis regiões, onde estão localizadas as principais empresas têxteis do país. Para tanto, utiliza-se o Método de Análise Hierárquica, uma metodologia multicritério de apoio à decisão, e os resultados apontaram uma ligeira tendência para o estado do Rio de Janeiro em relação ao estado de Santa Catarina, ambos com vantagem em relação ao Rio Grande do Norte.

Palavras-chave: Indústria Têxtil; Localização Industrial; Decisão Multicriterial; AHP.

Abstract

The textile sector is one of the most important among all industrial branches, having a highlight both in developed countries and in emergent countries' economy, which owe significantly to this sector the importance role they play in world commerce. The purpose of this work is to help a textile Brazilian company, specialized in jeans production, with a study on the conditions to installing a plant considering three possible regions, where the most important textile companies of the country are located. In the study, the Hierarchy Analysis Process – a multicriteria methodology to decision support - is used, and results show a slight tendency to Rio de Janeiro state when compared to Santa Catarina state, both presenting significant advantage over Rio Grande do Norte state.

Keywords: Textile Industry; Industrial Location; Multicriteria Decision; AHP.

1. Introdução

O setor têxtil é um dos segmentos de maior tradição dentro do ramo industrial, contando com uma posição de evidência na economia dos países mais desenvolvidos e também na economia de países emergentes, que devem em grande parte a esse setor, o papel de destaque que exercem, hoje, no comércio mundial de manufaturas.

A indústria têxtil no Brasil teve início no final do século XIX (CURY, 1999) e obteve grande avanço com aumento de consumo interno a partir da Primeira Guerra (STEIN, 1979). Esse setor teve significativa importância no desenvolvimento da política industrial nacional, sendo atualmente composto por empresas de grande e pequeno porte e de microempresas. Essas empresas podem se caracterizar pela sua heterogeneidade tecnológica e gerencial (COSTA, 2008; MELO et al., 2007).

Por outro lado, verifica-se que devido às inovações tecnológicas no parque fabril têxtil, houve um importante impacto na força de trabalho, exigindo-se um maior nível de qualificação. A aquisição de novos equipamentos para as diversas fases do sistema produtivo, gerando uma maior demanda por mão de obra altamente qualificada, mostrando que esse fator é de extrema importância para a melhoria da competitividade (MELO et al., 2007).

Para que uma indústria têxtil ou de confecção seja implantada numa determinada localidade de um país é necessário que se observem alguns critérios de fundamental importância nos princípios de localização industrial, tais como: um estudo sobre a disponibilidade de mão de obra e de matérias primas para serem transformadas em um produto final ou intermediário (SOUSA, 2004).

Ainda, segundo Sousa (2004), deve-se realizar estudo acerca dos aspectos de infraestrutura para verificação do surgimento ou não de economias de escala, verificação da disponibilidade de demanda para a efetivação da produção, pois o escoamento do produto gerado necessita ter um destino final. Finalmente, é preciso que se analisem as disponibilidades de financiamento para que toda aquela atividade seja viável, ao longo de um determinado tempo.

O objetivo desse trabalho é auxiliar uma empresa brasileira do ramo têxtil, no segmento de calças jeans, que deseja um estudo sobre as condições para a instalação de uma indústria de confecção. Para isso, o estudo avaliou três possíveis regiões, onde estão localizadas as principais empresas têxteis do país, utilizando uma Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão (GOMES et al., 2004).

2. Indústria Têxtil

O início da indústria têxtil no mundo remonta a chamada Revolução Industrial (ALAN, 2009). Este processo consistiu em um conjunto de mudanças tecnológicas com profundo impacto no processo produtivo em nível econômico e social. Iniciada no Reino Unido em meados do século XVIII, expandiu-se pelo mundo a partir do século XIX e, foi responsável pela introdução das máquinas e de novas tecnologias (dentre as quais o tear mecânico) na produção.

A Indústria Têxtil, ou melhor a Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções (CTC) é composta por beneficiamento de fibras têxteis naturais, fiação e tecelagem de têxteis naturais, fiação e tecelagem de têxteis químicos, outras indústrias de tecelagem, malharia e vestuário. No contexto mundial, a CTC vem passando por diversas transformações que envolvem não somente as inovações tecnológicas que vem sendo aplicadas ao parque industrial e que permitiram expressivo aumento de produtividade, mas também a influência do comércio

intrablocos, com destaque para o Nafta, a União Européia e as regiões do Norte da África e Sul da Ásia, como Índia e Paquistão, o Sudeste da Ásia e o Extremo Oriente e o Mercosul e a América Latina (GORINI, 2000).

Os últimos trinta anos marca a entrada da China no mercado têxtil. Basta dizer que se em 2000 a China era responsável por 14% das exportações mundiais do setor têxtil e de confecção, em 2009 foi responsável por 34% das exportações. Além disso, ocorre um grande concentração das exportações do setor, onde os cinco maiores exportadores (China, Hong Kong, Alemanha, Itália e Índia) passam a responder por 58% das exportações (MACHADO, 2010).

2.1 Indústria Têxtil no Brasil

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2011), o Brasil é um dos maiores parques fabris do planeta e está na lista dos dez principais mercados mundiais da indústria. Atualmente, a modernização do parque industrial têxtil brasileiro utilizou investimentos da ordem de US\$ 6 bilhões, a maior parte aplicados em máquinas têxteis, cujos recursos foram distribuídos praticamente de forma uniforme pelos setores mais importantes, como fiação, tecelagem, malharia e beneficiamento. O resultado é que o país é o terceiro principal produtor de malha, está entre os cinco principais países produtores de confecção, tem a sexta maior indústria têxtil e de confecção do mundo, e é um dos oito grandes mercados de fios, filamentos e tecidos.

Se nos primórdios da industrialização, a atividade industrial no Brasil era concentrada prioritariamente na região sudeste do país (CURY, 1999), atualmente, essa atividade possui uma melhor distribuição geográfica entre as diversas regiões do país, seguindo a tendência mundial de descentralização industrial. Estas regiões oferecem, além de diversos incentivos fiscais, menores custos de mão de obra, melhores acessos para os funcionários e matérias primas (SABOIA & KUBRUSLY, 2008).

A primeira região está localizada no Nordeste (Pernambuco, Ceará, Bahia e Rio Grande do Norte), onde se desenvolveu bastante o segmento de vestuário e artefatos têxteis, artigos de cama, mesa e banho, por exemplo. Nesta região, podem-se destacar algumas empresas têxteis, dentre elas a Vicunha Têxtil S.A. e a Coteminas S.A. (LEÃO *et al.*, 1999).

A segunda região é a Sul, devido a sua proximidade com os principais centros consumidores e dos países do MERCOSUL (Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai). Nesta região, destaca-se o vale do Itajaí que fica localizado no estado de Santa Catarina como um importante setor têxtil. Algumas das principais empresas que se localizam neste vale são: Companhia Têxtil Karsten, Marisol S.A., Renaux Blue Label, Malwee, dentre outras (SABOIA & KUBRUSLY, 2008).

A terceira região é a Sudeste (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro), que possui desde pequenas e médias empresas até empresas de grande porte como a Companhia Têxtil Ferreira Guimarães, a Werner Fabrica de Tecidos S.A. e a Companhia Industrial Cataguases (LEÃO *et al.*, 1999).

Para se ter uma idéia da importância da escolha do local para instalação de uma indústria têxtil no Brasil, vale citar que, segundo a ABIT (2011) essa indústria possui 1,7 milhão de empregados diretos e 8 milhões se adicionarmos os indiretos, sendo o segundo maior empregador da indústria de transformação, perdendo apenas para a indústria de alimentos e bebidas (juntos) e também a maior geradora do primeiro emprego.

2.2 Algodão e *Jeans*

O algodão é uma fibra natural, de origem vegetal, fina, de comprimento variando entre 24 e 38 mm e, por não apresentar grandes exigências em relação ao clima ou ao solo, pode ser produzido em praticamente todos os continentes. As principais vantagens comparativas do algodão em relação às fibras artificiais e sintéticas decorrem principalmente do conforto dos itens confeccionados, favoráveis aos países de clima quente, e também dos aspectos ecológicos, pois são biodegradáveis (OLIVEIRA, 1997).

É ainda a fibra natural mais utilizada no mundo devido as suas características peculiares como maciez, toque, resistência e possível combinação com outros tipos de fibras, inclusive sintéticas, como o poliéster (PEZZOLO, 2007).

Esta fibra atualmente é responsável por 70% do mercado mundial têxtil, com produção de 20 milhões de toneladas por ano. Entre os países que mais se destacam na produção de algodão no mundo encontram-se: Estados Unidos, Brasil, Argentina, Espanha, China, Rússia, Índia, Paquistão, Egito e Austrália. O algodão, que é nativo no Brasil, desempenhou um papel importantíssimo no desenvolvimento da indústria têxtil brasileira desde seu início, como principal insumo para a produção de fios e tecidos (KON & COAN, 2005). Atualmente o Brasil é o quinto produtor mundial de algodão, tendo como principais regiões produtoras estados do Centro-Oeste e Nordeste (AUBERT & GOLDMINC, 2001).

Na indústria da moda, o algodão é a principal matéria prima utilizada na fabricação de tecidos de jeans (ou denim), em que os fios de urdume cru ou tintos com índigo (corante) se entrelaçam com os fios de trama brancos, dando origem ao tecido. O mercado de jeans consegue alcançar as mais diversas camadas socioeconômicas e de diferentes faixas etárias (PANUCCI-FILHO & GARCIAS, 2010). Alternando-se no posto ano a ano com China e Turquia, o Brasil já é o segundo maior produtor de denim do mundo, sendo ainda o terceiro maior consumidor, com 25 milhões de metros fabricados por mês, e dessa forma o segmento de jeanswear vem movimentando US\$ 8 bilhões por ano, além de ser referência mundial em design de jeanswear (ABIT, 2011).

3. Metodologia

3.1 Análise Muticritério

Diversas metodologias têm sido desenvolvidas para a construção de modelos de decisão e julgamento. Uma das mais recentes vertentes de desenvolvimento metodológico nesse contexto caracteriza-se por abordar a solução de problemas decisórios através de vários critérios. Denomina-se esta metodologia como análise multicritério (GOMES et al., 2002). Uma Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão consiste em um conjunto de métodos e técnicas para auxiliar ou apoiar pessoas e organizações a tomarem decisões, sob a influência da multiplicidade de critérios. A aplicação de qualquer método de análise multicritério pressupõe a necessidade de especificação anterior, dos objetivos pretendidos pelo decisor, quando da comparação de alternativas (BANA E COSTA, 1992).

A distinção entre a metodologia multicritério e as metodologias tradicionais de avaliação e julgamento é o grau de incorporação dos valores subjetivos dos decisores nos modelos de avaliação, permitindo que uma mesma alternativa seja analisada de forma diversa de acordo com os critérios de valor individuais de cada especialista. Dessa forma, a decisão pode ser vista como um esforço para tentar resolver problemas de objetivos muitas vezes conflitantes, cuja presença impede a existência de uma solução ótima e conduz à procura de uma solução de compromisso (ZELENY, 1994).

Segundo Costa e Belderrain (2009) as metodologias multicritério de apoio à decisão não devem ser utilizadas para substituir o papel do(s) decisor(es), mas sim constituem-se ferramentas que fornecem um embasamento capaz de direcionar para a melhor decisão (a mais adequada), a partir da situação apurada pelo(s) decisor(s) e das prioridades estabelecidas, bem como das alternativas conhecidas e dos resultados esperados. Nesse sentido duas escolas de pensamento se destacam entre as metodologias de apoio multicriterio á decisão: Escola Americana e Escola Francesa (Européia). Os principais métodos da escola americana são Teoria da Utilidade Multiatributo (MAUT) e Método de Análise Hierárquica (AHP). Enquanto na escola francesa se destacam os métodos da família ELECTRE e PROMETHEE (GOMES et al., 2004).

3.2 AHP

O Método de Análise Hierárquica (Analytical Hierarchy Process - AHP), proposto por Saaty (1977), é uma Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão que objetiva a seleção, escolha ou priorização de alternativas, em um processo que considera diferentes critérios de avaliação. Vale ressaltar que essa metodologia tem a vantagem de permitir a comparação de critérios quantitativos e critérios qualitativos (MORAES & SANTALIESTRA, 2007) e, ainda levar em consideração a subjetividade envolvida nas decisões. É considerado como uma das ferramentas de apoio à decisão multicritério mais conhecidas e difundidas, e com o maior número de aplicações relatadas na literatura (VAIDYA & KUMAR, 2006; TORTORELLA & FOGLIATTO, 2008).

O método se fundamenta na construção de hierarquias e nos julgamentos paritários. Os elementos-chave de uma hierarquia para o tratamento de problemas de decisão são: foco principal - objetivo geral em estudo; conjunto de alternativas viáveis - definição de quais serão as opções que serão analisadas à luz dos critérios definidos; critérios e subcritérios - universo de atributos, quesitos (GARUTI & SANDOVAL, 2006) que serão avaliados em pares de alternativas; construção da hierarquia - após a definição do problema, é construída a hierarquia que representará toda a estruturação do problema.

É importante destacar que o conjunto de critérios (e subcritérios) utilizado deve ser: completo: todas as propriedades relevantes à solução do problema devem estar cobertas pelo mesmo; mínimo: não devem ocorrer redundâncias (ou superposições); operacional: para que possa ser compreendido e utilizado tanto pelo decisor quanto pelos avaliadores (CHANKONG & HAIMES, 1983).

Nas etapas de julgamento de critérios e alternativas, o avaliador compara paritariamente (SAATY, 2008) os elementos de uma camada ou nível da hierarquia à luz de cada um dos elementos da camada superior da hierarquia. Caso o problema tenha subcritérios, os mesmos deverão passar pelo mesmo processo de avaliação à luz de cada critério. Finalmente, compara-se a importância dos critérios à luz do foco principal.

Os avaliadores (especialistas) são os indivíduos (ou grupo de indivíduos) responsáveis pela análise de desempenho ou do grau de importância dos elementos de uma camada ou nível da hierarquia em relação àqueles aos quais estão conectados na camada superior da mesma. Conforme reportado em Azevedo e Costa (2001), a eficácia dos resultados está associada à competência dos avaliadores em emitir os julgamentos de valor. Assim, necessariamente, os especialistas selecionados devem ter conhecimento e até mesmo domínio do problema abordado no foco principal (MALHOTRA et al., 2007).

A coleta dos julgamentos paritários é uma das etapas fundamentais para utilização do AHP. Deve-se buscar desenvolver mecanismos simples e de fácil entendimento para que o avaliador

(especialista) possa se concentrar especificamente na emissão dos julgamentos (COSTA, 2006). A partir dessas opiniões são geradas as matrizes de julgamentos, que são matrizes quadradas recíprocas, com valores unitários na diagonal principal.

Dessa forma no AHP, a priorização é feita em quatro etapas:

1. Obtenção das Matrizes de Julgamento;
2. Normalização das Matrizes de Julgamento;
3. Cálculo de Prioridades Médias Locais;
4. Cálculo de Prioridades Médias Globais.

As Prioridades Médias Locais (PML) são obtidas para cada um dos nós de julgamentos, pelas médias das colunas dos quadros normalizados. Após a conclusão dos cálculos das Prioridades Médias Locais, será possível verificar quais alternativas obtiveram as maiores prioridades em relação ao critério julgado. Para calcular as Prioridades Globais (PG) é necessário combinar as Prioridades Médias Locais relativas a alternativas e critérios (e subcritérios, quando existirem). Os elementos de PG armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do Foco Principal.

3.3 Opinião de Especialistas

Existem muitas escalas de julgamento de critérios (e subcritérios) e alternativas. A Tabela 1 ilustra a escala proposta por Saaty (1980), que possibilita ao avaliador emitir os julgamentos de uma forma bastante simplificada, utilizando uma linguagem natural. A Escala Fundamental de Saaty, própria a comparação binária, determina quantas vezes “mais dominante” ou influente um elemento (critério ou alternativa) está em relação ao outro, à luz de um mesmo critério ou objetivo.

Tabela 1: Tabela com a Escala de Prioridades.

Escala Verbal	Escala Ordinal
Preferência (ou Importância) Igual	1
Preferência (ou Importância) Moderada	3
Preferência (ou Importância) Forte	5
Preferência (ou Importância) Muito Forte	7
Preferência (ou Importância) Absoluta	9
Preferência (ou Importância) Intermediária	2, 4, 6, 8

Fonte: Saaty (1980).

No estudo da decisão em grupo, diversas alternativas para conjugar as informações fornecidas pelos avaliadores (especialistas) já foram propostas e muitas delas chegam a valores muito próximos da consistência (FORMAN & PENIWATI, 1998; EHRLICH, 2004; GOMES et al., 2004; SAATY & PENIWATI, 2007; FREITAS et al., 2008; INNES, 2008; COSTA & BELDERRAIN, 2009). Nesse trabalho, para reunir essas opiniões utilizou-se a média geométrica, realizando a agregação individual de julgamentos (ESCOBAR & MORENO-JIMÉNEZ, 2007; COSTA & BELDERRAIN, 2009).

De toda forma, depois de incorporadas as opiniões, o importante é que as propriedades básicas da matriz recíproca e transitiva sejam respeitadas, ou seja, $a_{ij} \times a_{ji} = 1$ para todo i, j e ainda, se E_i for K_1 vezes mais importante que E_j e, este K_2 vezes mais importante que E_k , então E_i deve ser $K_1 \cdot K_2$ vezes mais importante que E_k (proporcionalidade).

3.4 Consistência Lógica

Mesmo quando os julgamentos são oriundos de especialistas pequenas inconsistências podem ocorrer. Todas as medidas, mesmo aquelas que fazem uso de instrumentos, por mais sofisticados que sejam, estão sujeitas a erros, sejam erros experimentais ou erros de instrumento de medição. O que nos reporta a necessidade de monitorar a forma e o grau de extensão da ocorrência de tais erros.

No caso do AHP, diversos modelos foram propostos para calcular um índice de consistência (SAATY, 1980; CRAWFORD & WILLIAMS, 1985; GOLDEN & WANG, 1989; BARZILAI, 1998; AGUARON & MORENO-JIMÈNEZ, 2003; RAMÌK & PERZINA, 2010; MATTIOLI & LAMONICA, 2011). Segundo Saaty (1980), uma forma de se mensurar a intensidade ou grau da inconsistência em uma matriz de julgamentos paritários é avaliar o quanto o maior autovalor desta matriz se afasta da ordem da matriz.

Assim, o cálculo da estimativa do autovalor máximo pode ser descrito na equação 1.

$$\lambda_{\text{máx}} = T \cdot w \quad [1]$$

onde: T é o somatório das colunas da matriz, e w é o autovetor normalizado.

O índice de consistência (IC) pode ser calculado como mostra a equação 2.

$$IC = |\lambda_{\text{máx}} - N| / (N-1) \quad [2]$$

Segundo Saaty (1980), a gravidade da ocorrência de inconsistência é reduzida com o aumento da ordem da matriz de julgamentos. O valor da Razão de Consistência (RC) serve como um parâmetro para avaliar a inconsistência em função da ordem da matriz de julgamentos e é descrito na equação 3.

$$RC = IC/IR \quad [3]$$

onde: IC = índice de consistência; IR = índice de consistência obtido para uma matriz recíproca, com elementos não negativos e gerada de forma randômica.

A Tabela 2 ilustra os resultados apresentados por Saaty (1980) para IR, em função da ordem da matriz randômica utilizada. Caso o RC seja inferior a 0,10, a matriz é considerada consistente (VARGAS, 1982).

Tabela 2: Tabela com a Escala de Prioridades.

Ordem da matriz	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valor de IR	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Saaty (1980)

4. Análise dos Dados e Resultados

Na seleção dos critérios que fundamentam o modelo decisório, a pesquisa tem como base a descrição das condições econômicas que mostram como cada critério é subdividido e que, dentro dessa subdivisão existem outros grupos, que só serão levados em consideração com o intuito de direcionar o julgamento do especialista:

a) Financeiro: mão de obra (custo por horas trabalhadas, jornada e sindicato), energia (iluminação natural, custo com a climatização e estabilidade do sistema de energia), matéria

MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO APLICADO A LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

prima (distância dos fornecedores e transporte), imposto (isenção de impostos) e construção (valor do terreno e custo com o material de construção);

b) Infraestrutura: mercado consumidor (distância e tamanho do mercado), impostos municipais (IPTU e alvarás), clima (temperatura, umidade e luz natural), acesso dos funcionários (transporte) e acesso dos produtos (transporte);

c) Recursos Humanos: escolas técnicas (existência de escolas, distância e forma de acesso às escolas), cultura regional (feriados e religião), faixa etária da população (sexo e estabilidade empregatícia), benefícios indiretos (cesta básica, plano de saúde e prêmio por produção) e filosofia de consumo local (demanda e renda, influência da moda).

Como já mencionado (seção 2.1), as três regiões mais propícias e desenvolvidas para a indústria têxtil no Brasil atualmente são: Nordeste, Sul e Sudeste (SABOIA & KUBRUSLY, 2008; LEÃO et al., 1999). Dessas regiões, são os três estados escolhidos para análise de alternativas: Rio de Janeiro (RJ), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Norte (RN), e a Figura 1 mostra a estruturação do problema decisório.

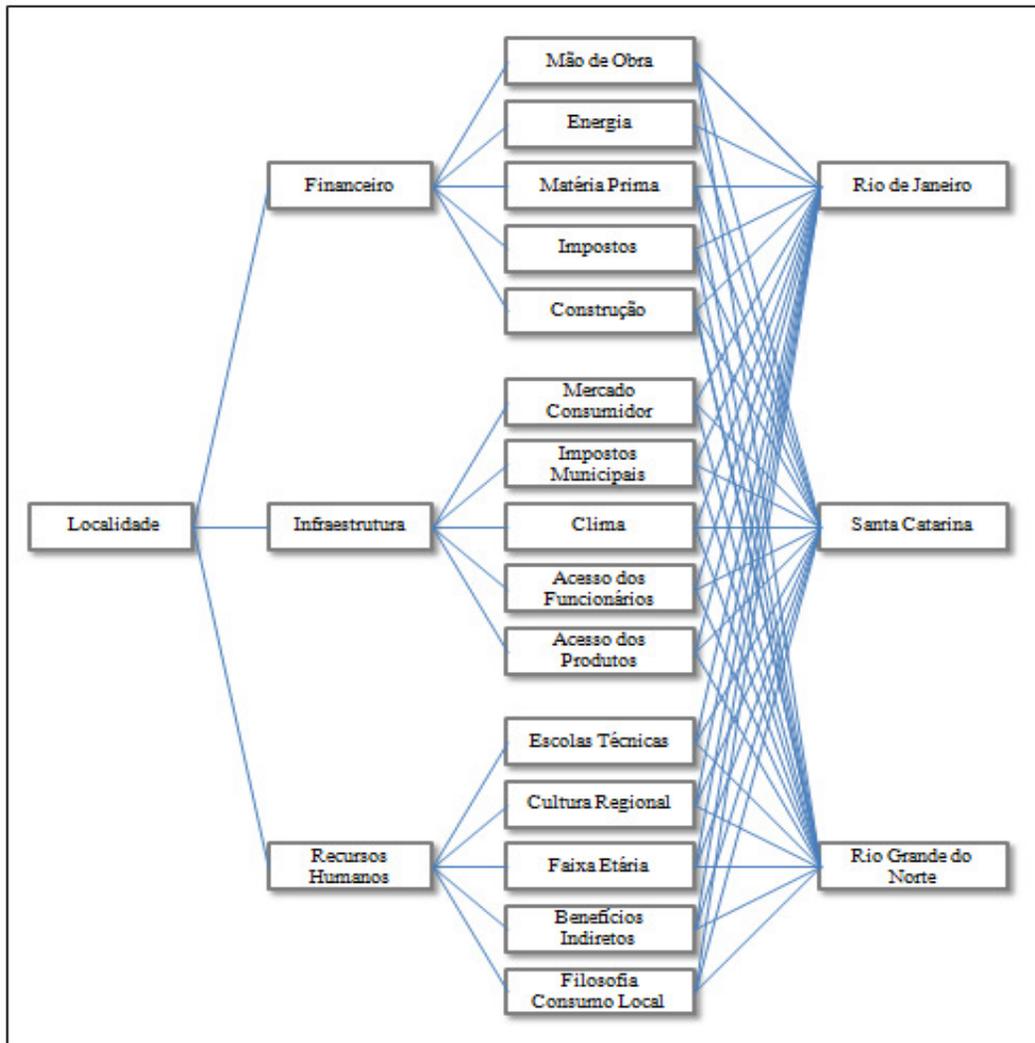


Figura 1: Estrutura do Problema Decisório
Fonte: Autores.

MODELO MULTICRITÉRIO DE APOIO À DECISÃO APLICADO A LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

O modelo de coleta dos dados utilizado nesse trabalho foi o envio de questionários aos especialistas que participariam da pesquisa através de e-mails, e caso algum especialista não conseguisse acessar o questionário enviado, seria agendada uma entrevista para a coleta das informações. Vale ressaltar que ao responder o questionário todos os especialistas confirmaram estar fortemente envolvidos ou terem conhecimento específico na produção têxtil, prático ou acadêmico. O nível de resposta aos questionários com ou sem agendamento de visitas ultrapassou a marca de 80%.

4.1 Critério – Financeiro

Após colhidas, as informações fornecidas pelos especialistas foram trabalhadas obedecendo a metodologia (seção 3). À luz do critério Financeiro, as Prioridades Médias Locais dos cinco subcritérios estão relacionadas na Tabela 3.

Tabela 3: PMLs do Critério Financeiro.

Subcritérios	PML
Mão de obra	0.210
Energia	0.180
Matéria Prima	0.296
Imposto	0.246
Construção	0.068

Fonte: Autores.

A Razão de Consistência da matriz de subcritérios à luz do critério Financeiro é igual a 0.0274. Logo, os julgamentos são consistentes.

4.1.1 Subcritérios

As Prioridades Médias Locais das alternativas à luz dos subcritérios Mão de Obra, Energia, Matéria Prima, Impostos e Construção são mostradas na Tabela 4.

Tabela 4: PMLs das alternativas à luz dos subcritérios Mão de obra, Energia, Matéria Prima, Impostos e Construção.

Alternativas	Subcritérios				
	Mão de Obra	Energia	Matéria Prima	Impostos	Construção
Rio de Janeiro	0.186	0.362	0.413	0.170	0.187
Santa Catarina	0.227	0.342	0.426	0.215	0.195
Rio Grande do Norte	0.587	0.296	0.161	0.615	0.618

Fonte: Autores.

A Tabela 5 apresenta as Razões de Consistência das matrizes relativas aos subcritérios: Mão de Obra, Energia, Matéria Prima, Impostos e Construção.

Tabela 5: RCs dos subcritérios Mão de Obra, Energia, Matéria Prima, Impostos e Construção.

	Subcritérios				
	Mão de Obra	Energia	Matéria Prima	Impostos	Construção
Razão de Consistência	0.0216	0.0415	0.0454	0.0044	0.0005

Fonte: Autores.

4.2 Critério – Infraestrutura

À luz do critério Infraestrutura (subdividido em cinco subcritérios), as Prioridades Médias Locais dos subcritérios Mercado Consumidor, Impostos Municipais, Clima, Acesso dos Funcionários e Acesso dos Produtos estão na Tabela 6.

Tabela 6: PMLs do Critério Infraestrutura.

Subcritérios	PML
Mercado Consumidor	0.374
Impostos Municipais	0.190
Clima	0.097
Acesso dos Funcionários	0.137
Acesso dos Produtos	0.202

Fonte: Autores.

A Razão de Consistência da matriz de subcritérios à luz do critério Infraestrutura é igual a 0.0077. Logo, os julgamentos são consistentes.

4.2.1 Subcritérios

À luz dos subcritérios Mercado Consumidor, Impostos Municipais, Clima, Acesso dos Funcionários e Acesso dos Produtos, as Prioridades Médias Locais das alternativas estão na Tabela 7.

Tabela 7: PMLs das alternativas à luz dos subcritérios Mercado Consumidor, Impostos Municipais, Clima, Acesso dos Funcionários e Acesso dos Produtos.

Alternativas	Subcritérios				
	Mercado Consumidor	Impostos Municipais	Clima	Acesso dos Funcionários	Acesso dos Produtos
Rio de Janeiro	0.618	0.157	0.316	0.306	0.415
Santa Catarina	0.277	0.233	0.430	0.437	0.466
Rio Grande do Norte	0.105	0.610	0.254	0.257	0.119

Fonte: Autores.

A Tabela 8 apresenta as Razões de Consistência das matrizes relativas aos subcritérios: Mercado Consumidor, Impostos Municipais, Clima, Acesso dos Funcionários e Acesso dos Produtos.

Tabela 8: RCs dos subcritérios Mercado Consumidor, Impostos Municipais, Clima, Acesso dos Funcionários e Acesso dos Produtos.

	Subcritérios				
	Mercado Consumidor	Impostos Municipais	Clima	Acesso dos Funcionários	Acesso dos Produtos
Razão de Consistência	0.0659	0.0378	0.0179	0.0149	0.0059

4.3 Critério – Recursos Humanos

À luz do critério Recursos Humanos (dividido em cinco subcritérios), as Prioridades Médias Locais estão na Tabela 9.

Tabela 9: PMLs do Critério Recursos Humanos.

Subcritérios	PML
Escolas Técnicas	0.358
Cultura Regional	0.154
Faixa Etária	0.094
Benefícios Indiretos	0.227
Filosofia de Consumo Local	0.167

Fonte: Autores.

A Razão de Consistência da matriz referente ao critério Recursos Humanos é igual a 0.0134. Logo, os julgamentos são consistentes.

4.3.1 Subcritérios

À luz dos subcritérios Escolas Técnicas, Cultura Regional, Faixa Etária, Benefícios Indiretos, Filosofia Consumo Local as Prioridades Médias Locais estão na Tabela 10.

Tabela 10: PMLs das alternativas à luz dos subcritérios Escolas Técnicas, Cultura Regional, Faixa Etária, Benefícios Indiretos, Filosofia Consumo Local.

Alternativas	Subcritérios				
	Escolas Técnicas	Cultura Regional	Faixa Etária	Benefícios Indiretos	Filosofia
Rio de Janeiro	0.530	0.237	0.402	0.360	0.615
Santa Catarina	0.377	0.567	0.471	0.360	0.273
Rio Grande do Norte	0.093	0.196	0.127	0.280	0.112

Fonte: Autores.

A Tabela 11 apresenta as Razões de Consistência das matrizes relativas aos subcritérios: Escolas Técnicas, Cultura Regional, Faixa Etária, Benefícios Indiretos, Filosofia Consumo Local.

Tabela 11: RCs dos subcritérios Escolas Técnicas, Cultura Regional, Faixa Etária, Benefícios Indiretos, Filosofia Consumo Local.

	Subcritérios				
	Escolas Técnicas	Cultura Regional	Faixa Etária	Benefícios Indiretos	Filosofia
Razão de Consistência	0.0027	0.0539	0.0040	0.0625	0.0314

Fonte: Autores.

4.4 Critérios à luz do foco principal

As Prioridades Médias Locais dos critérios à luz do foco principal estão na Tabela 12.

Tabela 12: PMLs à Luz do Foco Principal.

Subcritérios	PML
Financeiro	0.455
Infraestrutura	0.261
Recursos Humanos	0.284

Fonte: Autores.

A Razão de Consistência da matriz referente ao Foco Principal é igual a 0.0189. Logo os julgamentos são consistentes.

4.5 Prioridades Globais

Utilizando a hierarquia já anteriormente apresentada na Figura 1, possibilita-se chegar às Prioridades Globais que são mostradas na Tabela 13. Como já apresentado (seção 3.1), para calcular as Prioridades Globais (PG) é necessário combinar as Prioridades Médias Locais relativas a alternativas, critérios e subcritérios. Os elementos das Prioridades Globais armazenam os desempenhos (prioridades) das alternativas à luz do Foco Principal ou Objetivo Global.

Tabela 13: PMLs das alternativas à luz dos subcritérios Escolas Técnicas, Cultura Regional, Faixa Etária, Benefícios Indiretos, Filosofia Consumo Local.

Alternativas	PGs
Rio de Janeiro	0.364
Santa Catarina	0.339
Rio Grande do Norte	0.297

Fonte: Autores.

5. Conclusões

As questões envolvendo localização industrial estão geralmente muito ligadas a diversas características a serem analisadas, geralmente conflituosas e nem sempre fáceis de quantificar. No problema em questão, foram utilizados quinze subcritérios e três critérios para caracterizar os atributos necessários a instalação da indústria têxtil do ramo de jeans.

Os resultados das Prioridades Globais encontradas apontaram uma ligeira tendência para o estado do Rio de Janeiro (0.364) com leve vantagem em relação ao estado de Santa Catarina (0.339), ambas com vantagem razoável em relação ao estado do Rio Grande do Norte (0.297). Razões para esse fato podem, por exemplo, residir nas destacadas Prioridades Médias Locais atribuídas pelos especialistas aos estados do Rio de Janeiro e de Santa Catarina no critério Financeiro (que teve a maior PML entre os critérios – 0.455), subcritério Matéria Prima, no critério Infraestrutura, subcritério Mercado Consumidor e no critério Recursos Humanos, subcritério Escolas Técnicas.

De todo modo, como esperado os valores das Prioridades Globais obtidos pelas localidades (alternativas) não foram discrepantes entre si, afinal, representam os principais pólos produtivos no assunto, nas regiões mais significativamente importantes economicamente desse setor no país.

A metodologia multicritério adotada (método AHP) se mostrou bastante eficaz e eficiente, além de simples no manuseio, segundo os especialistas consultados, tanto que os valores encontrados na análise de consistência para os julgamentos envolvidos no modelo foram muito abaixo dos limites aceitáveis.

6. Referências

ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção. Disponível em: <<http://www.abit.org.br/site/>>. Acesso em: março de 2011.

Aguarón J.; Moreno-Jiménez J. M. The Geometric Consistency Index: Approximated threshold. *European Journal of Operational Research*, 147, 137–145, 2003.

Alen, R. C. *The British Industrial Revolution in Global Perspective*. Cambridge University Press, UK, 2009.

Aubert, C.; Goldminc, M. *Vêtement: La Fibre Écologique*. [s.l.]: Terre Vivante, 2001.

Azevedo, M.C.; Costa, H.G. Metodologia Multicritério para a Avaliação da Competitividade. Anais do XXV ENANPAD. Campinas, SP, Brasil: Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Administração – ANPAD, 2001.

Bana e Costa, C. A. Structuration, Construction et Exploitation d'un Modèle Multicritère d'Aide à la Decision, Tese de Doutorado, Universidade Técnica Lisboa, Portugal, 1992.

Barzilai J. Consistency Measures for Pairwise Comparison Matrices. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 7, 3, 123–132, 1998.

Chankong, Y.; Haimes, Y. *Multiobjective Decision Making*. Amsterdam, North Holland, 1983.

Costa, A. F. S. Aplicação de Tratamentos Biológico e Físico-Químico em Efluentes de Lavanderia e Tinturaria Industriais do Município de Toritama no Estado de Pernambuco. 2008. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008. Disponível em: <http://www.unicap.br/tede/tde_arquivos/6/TDE-2008-06-05T200129Z-168/Publico/Andrea_dissertacao.pdf>. Acesso em: outubro de 2010.

Costa, H. G. *Auxílio Multicritério à Decisão: Método AHP*. RJ, UFF, 2006.

Costa, T. C.; Belderrain, M. C. N. Decisão em Grupo em Métodos Multicritério de Apoio à Decisão, Anais do 15o Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA XV ENCITA, São José dos Campos, SP, 2009.

Cury, V. M. Algodão e Proteção: Indústria Textil no Brasil, 1890 – 1930. *História Revista* 4 (1/2), 79-97, Revista da Faculdade de História e do Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Goiás, 1999.

Crawford G.; Williams C. A Note on the Analysis of Subjective Judgement Matrices. *Journal of Mathematical Psychology*, 29, 25–40, 1985.

Ehrlich, P. J. *Procedimentos para Apoio às Decisões: Gestão dos Riscos e de Objetivos Conflitantes*. Escola de Administração de Empresas da Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2004. Disponível em: <http://www.fgvsp.br/academico/professores/Pierre_J_Ehrlich/>. Acesso em: outubro de 2010.

Escobar, M. T.; Moreno-Jiménez, J. M. Aggregation of Individual Preference Structures. *AHP-Group Decision Making. Group Decision and Negotiation*, 16, 4, Springer, 2007.

Forman, E.; Peniwati, K. Aggregating Individual Judgments and Priorities with the Analytic Hierarchy Process. *European Journal of Operational Research*, n.108, pp. 165-169, 1998.

Freitas, A. L. P.; Trevizano, W. A.; Costa, H. G. Uma Abordagem Multicritério para Problemas Decisórios com Múltiplos Grupos de Avaliadores. *Investigação Operacional*, 28, pp. 133-149, Lisboa, Portugal, 2008.

Garuti, C.; Sandoval, M. The AHP: A Multicriteria Decision Making Methodology for Shiftword Prioritizing. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, 15, 2, pp. 189-200, 2006.

Gorini, A. P. F. Panorama do Setor Têxtil no Brasil e no Mundo: Reestruturação e Perspectivas. *BNDES Setorial*. Rio de Janeiro: BNDES, n.12, 2000.

Golden B. L.; Wang Q. An Alternate Measure of Consistency. In Golden B. L., Wasil E. A; Harker P. T. (Eds.), *The Analytic Hierarchy Process, Applications and studies* (pp. 68–81). Berlin–Heidelberg: Springer–Verlag, 1989.

Gomes, L. F. A. M.; Gomes, C. F. S.; Almeida, A. T. Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. São Paulo: Atlas, 2002.

Gomes, L. F. A. M.; Araya, M. C. G.; Carignano, C. Tomada de Decisão em Cenários Complexos: Introdução aos Métodos Discretos do Apoio Multicritério à Decisão, Rio de Janeiro, Thompson Learning, 2004.

Innes, J. Managing Impact Reduction in Fisheries: A Multi-Criteria Assessment of Objective Priorities. In: *Proceedings of the 37th Australian Conference of Economists (ACE08)*, Queensland, Australia, 2008.

Kon, A.; Coan, D. C. Transformações da Indústria Têxtil Brasileira: A Transição para a Modernização. *Revista de Economia Mackenzie*, 3, 3, pp. 11-34. São Paulo, 2005.

Leão, M. D. Desenvolvimento Tecnológico para Controle Ambiental na Indústria Têxtil: Malhas no Estado de Minas Gerais. Relatório final. Belo Horizonte, 1999.

Machado, L. M. Estratégias de Crescimento no Setor Têxtil Catarinense: O Caso da Cia. Hering SA. Monografia do Curso de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

Malhotra, V. A.; Lee M. D.; Khurana, A. Domain Experts Influence Decision Quality: Towards a Robust Method for their Identification. *J. of Petroleum Science and Engineering*, 57, pp. 181-194, 2007.

Mattioli, E.; Lamonica, G. R. An Evaluation of Methods to Make Transitive the Multiple Comparisons Matrices. *International Journal of the Analytic Hierarchy Process*, 3, 1, 2011.

Melo, M. O. B. C.; Cavalcanti, G. A.; Gonçalves, H. S.; Duarte, S. T. V. G. Inovações Tecnológicas na Cadeia Produtiva Têxtil: Análise e Estudo de Caso em Indústria no Nordeste do Brasil. *Revista Produção On Line*, ISSN 1676-1901, Florianópolis, v. 7, n. 2, pp.99-117, 21

ago. 2007. Disponível em: <<http://www.producaoonline.org.br/index.php/rpo/article/view/75>>. Acesso em: abril de 2011.

Moraes, E. A.; Santaliestra, R. Modelo de Decisão com Múltiplos Critérios para Escolha de Software de Código Aberto e Software de Código Fechado. Anais XXXI Encontro da ANPAD, Rio de Janeiro, RJ, 2007.

Oliveira, M. H. Principais Matérias-Primas Utilizadas na Indústria Têxtil. BNDES Setorial, Rio de Janeiro: BNDES, 1997.

Panucci-Filho, L.; Garcias, P. M. Visão Geral das Alianças no Crescimento das Organizações: Uma Análise sob a Ótica das Indústrias de Confecções de Jeans. ADMpg Gestão Estratégica, PR, 3, 1, Disp.: <<http://www.admpg.com.br/revista2010/artigos/Resumo%20AREA%207%20ARTIGO%207.pdf>>. Acesso em: março de 2011.

Pezzolo, D. B. Tecidos: História, Tramas, Tipos e Usos. São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

Ramík J.; Perzina R. A Method for Solving Fuzzy Multicriteria Decision Problems with Dependent Criteria. Fuzzy Optimization and Decision Making, 9, 2, pp. 123–141, 2010.

Saaty, T.L. A Scaling Method for Priorities in Hierarchical Structures. Journal of Mathematical Psychology, 15, pp. 234–281, 1977.

Saaty, T. L. The Analytic Hierarchy Process. EUA, Nova Iorque, McGraw-Hill, 1980.

Saaty, T. L.; Peniwati, K. Group Decision Making: Drawing out and Reconciling Differences. Pittsburgh: RWS Publications, 2007.

Saaty, T. L. Relative Measurement and Its Generalization in Decision Making, Why Pairwise Comparisons are Central in Mathematics for the Measurement of Intangible Factors, The Analytic Hierarchy/Network Process, RACSAM - Review of the Royal Spanish Academy of Sciences, Series A, Mathematics, vol. 102, 2, pp. 251-318, 2008.

Saboia, J.; Kubrusly, L. Diferenciais Regionais e Setoriais na Indústria Brasileira. Revista de Economia Aplicada, São Paulo, 12, 1, pp. 125-149, 2008.

Sousa, L. G. Memórias de Economia: A Realidade Brasileira. [s.l.]: Eumed.net, 2004. Disponível em: <<http://www.eumed.net/coursecon/libreria/2004/lgs-mem/index.htm>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

Stein, S. Origens e Evolução da Indústria Têxtil no Brasil – 1850/1950. Rio de Janeiro, Campus, 1979.

Tortorella, G. L.; Fogliatto, F. S. Planejamento Sistemático de Layout com Apoio de Análise de Decisão Multicritério. Revista Produção, 18, 3, pp. 609-624, 2008.

Vaidya, O. S.; Kumar, S. Analytic Hierarchy Process: An Overview of Applications. European Journal of Operational Research, 169, 1, pp. 1-29, 2006.

Vargas, L. G. Reciprocal Matrices with Random Coefficients. Mathematical Modelling, 3, 69-81, 1982.

Zeleny, M. Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill, 1982.