



LOCALIZAÇÃO DE CURTUMES NO BRASIL ATRAVÉS DO MODELO  
COPPE-COSENZA DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Marco Cristellotti

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Rio de Janeiro

Abril de 2011

LOCALIZAÇÃO DE CURTUMES NO BRASIL ATRAVÉS DO MODELO  
COPPE-COSENZA DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Marco Cristellotti

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO.

Examinada por:

---

Prof. Carlos Alberto Nunes Cosenza Ph.D.

---

Prof. Francisco Antônio de Moraes Accioli Doria Ph.D.

---

Prof. José Roberto Ribas D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL DE 2011

Cristellotti, Marco

Localização de curtumes no Brasil através do modelo  
Coppe-Cosenza de localização industrial/ Marco  
Cristellotti. – Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

IX, 86 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de  
Engenharia de Produção, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 78-86.

1. Localização Industrial. 2. Modelo Coppe-Cosenza.  
3. Curtumes brasileiros. I. Cosenza, Carlos Alberto Nunes  
II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE,  
Programa de Engenharia de Produção. III. Título.

*À minha família, Meus pais  
Gilberto e Maria, minhas filhas Marcele e Magda Luna, à Mônica e a mim mesmo.*

## Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu a força para acreditar no meu caminho mesmo quando era duvidoso e me concedeu a graça de me aproximar da UFRJ-Coppe.

Dentro desta instituição devo agradecer primeiramente o Prof. Carlos Cosenza, que me deu a grande oportunidade de estudar seu modelo e esclareceu seu sentido e muitas dúvidas.

O Prof. Francisco Doria também contribuiu para minha compreensão com suas aulas.

Um reconhecimento também vai às explicações claras e competentes do Prof. Getúlio Marques.

Finalmente agradeço a todo o pessoal do Programa de Engenharia de Produção, em particular da Área de Projetos Industriais e Tecnológicos (APIT), para o auxílio paciente em todas as questões burocráticas.

Resumo da Dissertação apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

LOCALIZAÇÃO DE CURTUMES NO BRASIL ATRAVÉS DO MODELO  
COPPE-COSENZA DE LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

Marco Cristellotti

Abril/2011

Orientadores: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Programa: Engenharia de Produção

A indústria de curtumes tem um peso relevante na balança comercial brasileira sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais de couros e tendo o maior rebanho bovino do mundo. Objeto desta tese é mostrar como o Modelo de Localização Industrial Coppe-Cosenza pode ser aplicado com eficiência a este importante contexto produtivo, se tornando um auxílio na avaliação diagnóstica e na tomada de decisão relativas à localização dos estabelecimentos industriais deste tipo no território, tanto por parte de administradores públicos como de empreendedores privados.. Por ser esta tese só um exemplo de aplicação a um contexto real e não uma aplicação real, que precisaria de um adequado pool de 'experts', nos concentramos por um lado na tentativa de apresentar o contexto industrial considerado, do outro em lembrar como na linha evolutiva que vai dos modelos de localização clássicos se chegou ao modelo Coppe-Cosenza. Com isso esperamos ter contribuído para futuras, melhores e mais realísticas aplicações deste modelo de localização industrial ao contexto da indústria de curtumes brasileira.

Abstract of Dissertation presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M.Sc.)

LOCALIZATION OF TANNING INDUSTRIES IN BRAZIL THROUGH  
COPPE-COSENZA INDUSTRIAL LOCATION MODEL

Marco Cristellotti

April/2011

Advisor: Carlos Alberto Nunes Cosenza

Department: Production Engineering

Tanning Industry is nowadays an important item in the Brazilian trade balance, being Brazil one of the major skins and leather producer and owner of the largest bovine herd of the world. This thesis aims to demonstrate as the Coppe-Cosenza industrial location model can be efficiently employed in this important production context, becoming a useful tool for the diagnosing and decision making as far as location of this kind of plants on the territory is concerned, as much for public administrators as for private investors. Being this thesis just an example of 'how' this model can be applied to a real context, for requiring a real application of an appropriate and qualified pool of experts, we concentrated our attention, on one side on the industrial context considered, on the other on the evolution of the location models, from the classical age to-day, that permitted the creation of this more sophisticated Coppe-Cosenza model. We hope, this way, to give a contribution to forthcoming, better and more realistic applications of this model to the Brazilian tanning industry.

## Sumário

1.	Introdução.....	1
1.2	Contexto mundial da atividade de curtumes .....	2
1.3	Estrutura do trabalho .....	7
1.4	Objetivo do trabalho .....	7
2.	Premissa Técnica .....	9
3.	Nota histórica.....	13
4.	Revisão da literatura: teoria econômica espacial e localização industrial.....	15
4.2	As teorias clássicas .....	15
4.2.1	Pródromos das teorias de localização: R. Cantillon e J. Von Thünen .....	15
4.2.1.1	J. Von Thünen: a teoria dos ‘Círculos concêntricos’ .....	16
4.2.2	Fundamentos da teoria da localização industrial: A. Weber .....	17
4.2.2.1	Ponto mínimo de custos de transporte.....	17
4.2.2.2	Distorsão do trabalho .....	19
4.2.2.3	Campo de forças de aglomeração ou de desaglomeração .....	19
4.2.3	T. Palander: contribuição para a teoria do espaço .....	20
4.2.4	A. Lösch: teoria econômica espacial e análise das áreas de mercado .....	22
4.2.4.1	Teoria da localização.....	22
4.2.4.2	Teoria das áreas de mercado .....	24
4.3	Orientamentos recentes da teoria da localização industrial.....	26
4.3.1	Custos dos transportes e proximidades das matérias primas .....	30
4.3.2	Trabalho .....	30
4.3.3	Proximidade dos mercados .....	30
4.3.4	Existência de um meio industrial .....	31
4.3.5	Organização dos contatos internos da empresa .....	31
4.3.6	Terrenos e edifícios.....	31
4.3.7	Infraestruturas .....	31
4.3.8	Mercado financeiro e serviços às empresas.....	32
4.3.9	Fatores pessoais .....	32
4.3.10	Condições fiscais locais .....	32
4.3.11	Atitude da população em relação à empresa.....	32
4.3.12	Subsídios públicos .....	32
4.4	O modelo Masterli .....	33
4.4.1	Metodologia do modelo MASTERLI .....	33
4.4.1.1	Estrutura dos dados .....	37
4.5	Um método de tomada de decisão utilizando multi-critério fuzzy.....	40
4.5.1	Apresentação.....	40
4.5.2	O modelo.....	41
4.5.3	Critério de seleção .....	43
4.5.4	Escolha de um sistema de graus de preferência.....	43
4.5.5	Agregação das avaliações fuzzy dos decisores e cálculo da pontuação final .....	44
4.5.6	Hierarquia dos índices locacionais .....	47
5.	Metodologia da pesquisa: o Modelo Coppe-Cosenza .....	50
5.2	introdução .....	50
5.3	Operações de matrizes: modelo básico.....	52

5.4	Regras operacionais .....	54
6.	Fatores relevantes e construção da Matriz de Demanda.....	59
6.2	Proximidade aos rebanhos/frigoríficos .....	59
6.3	Proximidade aos curtumes de ribeira e ‘Wet –Blue’ .....	60
6.4	Disponibilidade de água .....	60
6.5	Disponibilidade de energia elétrica .....	61
6.6	Infraestrutura sanitária e esgoto.....	62
6.7	Infraestrutura de transporte.....	63
6.8	Disponibilidade de mão de obra especializada.....	63
6.9	Proximidade aos clientes finais ou exportadores.....	63
6.10	Incentivos fiscais .....	64
7.	Matriz de Oferta com base em quatro curtumes brasileiros .....	66
7.2	Curtumes Integrados.....	66
7.3	Curtumes ‘Wet-Blue’ .....	68
7.4	Curtumes acabados .....	69
7.5	Curtumes de Acabamento.....	70
8.	Resultados: operação das matrizes para chegar à uma avaliação da atual localização .	72
9.	Conclusões e linhas futuras de pesquisa.....	76
	Referências Bibliográficas.....	78

# 1. Introdução

É dito que uma tese tem sua essência na teoria. Os matemáticos consideram uma heresia qualquer interferência numérica na evolução do pensamento matemático. A aplicação deprecia o que a riqueza da intuição propicia. O que dizer então de um uso da criação matemática numa singela hierarquia locacional. Trata-se de uma realidade que os matemáticos detestam por transformar toda beleza da criação em matrizes de números naturais e seus valores intervalares.

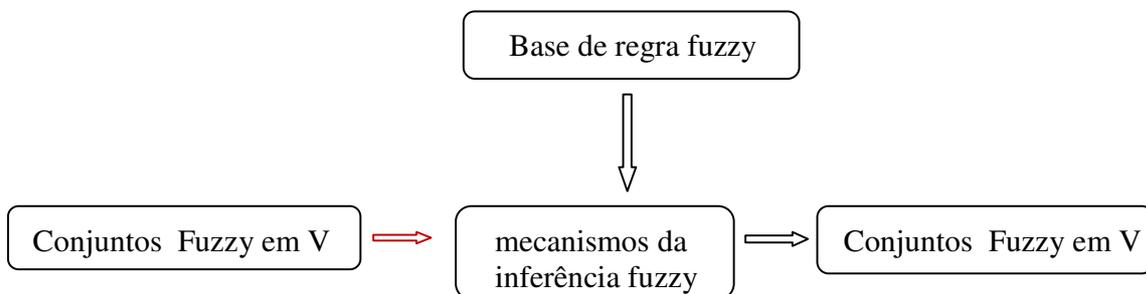
Quer dizer que todo processo intuitivo abstrato culmina em valores tabelados de acesso e leitura comuns. As matrizes finais não refletem, na sua leitura, os passos modelares.

O modelo utilizado nos parece consistente para quaisquer valores considerados, 'fuzzy' ou 'crisp'. Rigorosamente podemos dizer que há uma combinação de informação numérica e linguística dentro de um sistema de aproximação 'fuzzy'.

Uma informação linguística usualmente é representada em termos 'fuzzy', o que nos dá maior precisão na interpretação e na garantia dos dados de-fuzificados.

Não foi necessário o uso de normas de um sistema 'fuzzy' lógico puro que consiste nas regras 'IF-THEN' e de inferências usadas para determinar o mapeamento de conjuntos 'fuzzy' nos fatores do universo do discurso  $V \subset R$  baseados nos princípios da lógica fuzzy. Estas regras são utilizadas quando as informações dadas pelos especialistas são contraditórias ou diferentes, com seus consequentes diferentes impactos.

Configuração básica de um sistema fuzzy lógico:



## 1.2 Contexto mundial da atividade de curtumes

A atividade dos curtumes insere-se naturalmente dentro da cadeia produtiva que vai da pecuária (gado de corte) e criação de outros tipos de rebanhos, basicamente ovinos e caprinos, até a produção de carne e outros produtos para consumo humano, ração animal, leite e laticínios, peles brutas, couro semi-acabado (Wet Blue, Crust) ou acabado e produtos em couro, entre os quais se destacam os setores calçadista, moveleiro, automotivo e de vestuário.

Segundo estimativas da FAO (2008) em 2007 havia quase 1,6 bilhões de cabeças de gado no mundo inteiro<sup>1</sup>, das quais cerca de 14% encontram-se no Brasil (cerca de 223 milhões). O brasileiro é o maior rebanho bovino comercializável do mundo.

A tabela 1 resume os dados da população bovina no mundo e da produção de peles brutas e couro, dividido em 'light' e 'heavy', duas categorias que reúnem os vários tipos de couros obtidos das duas camadas da pele bruta (flor e raspa):

Tabela 1

	População Mundial (milhões de cabeças)	Produção Peles Bruta (milh. de ton.)	Produção Peles Bruta (milh. de peças)	Produção Couros 'heavy' (milh. de ton.)	Produção Couros 'light' (milhões pés <sup>2</sup> )
Mundo	1.557,8	6.105,8	344,0	500,2	13.831,6
Países em Desenvol.	1.229,7	3.647,4	232,8	358,4	8.521,4
Países Desenvol.	328,2	2458,4	111,2	141,7	5310,1
Brasil	223,8	-	37,6	35,0	1600,0

Fonte FAO estimativas 2007, reelaboração própria.

A partir deste dado bruto se põe a questão de como este recurso é desfrutado em seus principais setores, um aspecto de primária importância no tocante às políticas pecuárias e relativas às indústrias de curtumes, mas que não é objeto do presente trabalho.

Este se limita em avaliar a atual localização de alguns curtumes em solo brasileiro e propõe uma modelagem para possivelmente implementar a qualidade da localização de curtumes brasileiros.

O dado principal que nos interessa, a nível brasileiro e mundial, é portanto o desfrute dos rebanhos em relação aos couros e peles<sup>2</sup> produzidos. Mais adiante, todavia, veremos como fatores ligados à cadeia produtiva da carne (abatedouros e frigoríficos) e dos sapatos (indústria calçadista), em particular, juntamente com outros fatores, devem ser levados em conta ao abordar uma localização otimizada dos curtumes. A esse respeito só cabe ressaltar a importância da produção de couro em relação aos outros produtos derivados da pecuária de corte. No setor coureiro é notória a dependência da qualidade do produto da qualidade dos rebanhos e das técnicas de criação.

Também se reconhece como a disponibilidade e os custos da matéria prima para os curtumes estão atrelados aos andamentos do mercado da carne e à cadência dos abates. É costumeiro, dessa forma, considerar a indústria de curtumes como subordinada a da pecuária e da produção de carne.

Uma observação, todavia, do peso do faturamento ligado ao couro, comparado com o da carne e de outras commodities, pode sugerir a oportunidade de otimizar a integração entre pecuária, produção de carne, outros produtos e produção de couros, a nível de política industrial. A tabela 2 mostra essa realidade:

Tabela 2

	PAISES EM DESENVOLVIMENTO	PAISES DESENVOLVIDOS	MUNDO
	Milhões US\$	Milhões US\$	Milhões US\$
<b>COUROS E PELES</b>			
Couros e peles brutas de bovinos, ovinos e caprinos	598,4	4.410,1	5.008,5
Couros ('Wet-Blue' e acabados, todos os tipos)	9.340	8.137,7	17.477,7
<b>CARNES</b>	5.264	18.841	24.105
Carne de bovinos ovinos e caprinos			
<b>OUTRAS COMMODITIES</b>			
Borracha	6.859	162	7.022
Algodão	3.086	6.122	9.208
Café	6.738	2.869	9.607
Cha preto	2.567	691	3.258
Arroz	5.779	1.231	7.010
Açúcar	6.930	5.352	12.281

Fonte FAO, reelaboração própria

Como se pode observar, o faturamento relativo ao comércio mundial de carnes está quase empatado com aquele gerado pelas peles bruta e o couro curtido. Também se destaca a importância deste setor relativamente a commodities como café e açúcar, de primeiro escalão na balança comercial brasileira.

No tocante a produção e comercialização de couros, os dados mais atualizados são os seguintes. A produção de couros e peles bovinas no mundo, em 2007, foi de 344 milhões de peças, das quais 37,6 milhões no Brasil, quase 11% do total. Em termos de couros e peles salgadas e molhadas, a produção mundial foi de mais de 6,3 milhões de

toneladas, das quais 0,75 milhões de toneladas no Brasil, quase 12% do total. Com isso o Brasil é o maior produtor mundial de couro.

Segundo a CICB (2009), a indústria brasileira disponibilizou em 2008 cerca de 42,15 milhões de couros, sendo que o país produz 40,5 milhões de peles e os outros 1,65 milhões de couros são importados do exterior (cerca de 4%). O Brasil é expressivamente um país exportador destas mercadorias, notadamente o maior do mundo em termos de toneladas ou peças exportadas (cerca de 12% do total, com mais de 40 milhões de couros e quase 320 mil toneladas). Em 2008, apesar da queda devida a crise econômica mundial, o Brasil exportou por um total de 1,88 bilhões de US\$ em couro.

Se o Brasil detém o maior rebanho bovino do mundo e é líder mundial na produção e nas exportações de couro, em termos de peças ou toneladas, o mesmo não acontece em termos de faturado em dólares e de produção de peles acabadas, prontas para emprego nos vários setores. Neste caso o Brasil vem atrás de países como E.U. (15) com 5,5 bilhões de US\$, China com 4,7 bilhões de US\$ e Itália com 3,5 bilhões de US\$. Isto é devido principalmente a incidência da produção de couro semi-acabado (Wet Blue), que passa de 40% do total da produção exportada, segundo a CICB (2009).

Conforme a tabela 3, considerando a balança comercial relativa ao couro, de acordo com outra fonte, o Brasil só perderia para Itália, pois E.U e China são também fortes importadores do produto, ao contrário do Brasil, de acordo com ROPKE e MAUCH PALMEIRA (2006):

Tabela 3

<b>Maiores exportadores líquidos de Couro (milhões US\$)</b>						
<b>Países</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>	
ITÁLIA	1601	1442	1490	1720	1867	
BRASIL	571	688	838	934	1134	
ARGENTINA	771	764	656	684	781	
CORÉIA	863	695	563	544	525	
ÍNDIA	-136057	313	364	373	368	
USA	-252	-145	-85	66	305	
ALEMANHA	138	141	207	174	179	
REINO UNIDO	-238784	54	58	80	102	
ESPANHA	-515509	-226	-205	-271	-202	
CHINA	-1843	-1486	-1591	-1716	-1951	

Fonte Observatorio de la Economía latinoamericana n.71 Diciembre 2006

A nível de qualidade o couro brasileiro não se situa entre os primeiros lugares da produção mundial devido principalmente a dois fatores: o primeiro é a idade média dos abates, que é elevada em decorrência do peso do animal e da carne obtida. Isso comporta uma menor elasticidade das peles retiradas, uma qualidade muito requerida sobretudo pela indústria calçadista; o segundo são as condições de criação dos rebanhos, tanto em relação às características geográficas do Brasil (caatinga e outros arbustos cortantes) quanto ao uso intensivo de arame farpado para cercar os rebanhos, ao costume de marcar os animais em partes nobres como os lombos, ao transporte por caminhões com parafusos salientes e ao tratamento nos frigoríficos, de acordo com a EMBRAPA (2010). No tocante a todos estes itens o couro brasileiro perde em relação ao argentino e ao norte-americano.

Contudo nosso estudo considerará a atual configuração da indústria de curtumes, com forte atuação do segmento ‘Wet-Blue’ em termos de couros produzidos. Em relação a esta situação atual os fatores relevantes para localização desse tipo de indústria serão considerados.

## NOTAS

<sup>1</sup> Nos limitaremos nesta introdução a considerar somente dados relativos aos bovinos. A nível mundial a presença de rebanhos ovinos e caprinos não é irrelevante, chegando a somar, em 2007, pouco mais de 1,9 bilhões de cabeças. Este setor, apesar de estar atualmente em desenvolvimento no Brasil, conta com pouco menos de 25,5 milhões de cabeças, cerca de 1,3% da população mundial.

<sup>2</sup> Costuma-se falar em ‘couros e peles’ tanto para diferenciar os couros bovinos das peles de outros animais, quanto para incluir todas as variedades de couros, relativamente a sua maior ou menor qualidade (ex. Napa, Pelica) ou a seu grau de acabamento (Cru, Wet Blue, Crust, Acabado).

### **1.3 Estrutura do trabalho**

Após a descrição da atividade no contexto global e da participação do Brasil neste mercado como sendo um dos maiores protagonistas, a presente dissertação apresentará no capítulo dois os diferentes tipos de curtume e a cadeia de produção desde a matéria prima. No capítulo três se considera resumidamente a evolução significativa que esse segmento sofreu a partir dos anos setenta. O cap. quatro revisa a literatura da economia espacial clássica em suas passagens e autores principais, até o Modelo italiano MASTERLI, considerado a matriz principal do modelo Coppe Cosenza. O cap. cinco apresenta uma possível alternativa modelar, implementada pelo autor chinês Chen, e o modelo Coppe-Cosenza em suas formalizações matemáticas. A partir do cap. seis aplica-se o modelo escolhido ao caso específico de quatro curtumes brasileiros selecionados por serem representativos das quatro tipologias de processamento das peles bovinas. Constrói-se assim a Matriz de Demanda (cap.6) e a Matriz de Oferta (cap.7) e se cruza elas para obter a hierarquia locacional (cap.8). No cap. nove, finalmente, se ressalta os resultados principais e se consideram possíveis evoluções e implementações de pesquisa.

### **1.4 Objetivo do trabalho**

Objetivo deste trabalho é fornecer um exemplo de como o modelo Coppe-Cosenza pode ser aplicado a um problema de hierarquização locacional complexo, em alternativa a outros modelos existentes. Não se trata portanto de uma aplicação 'real' do modelo ao contexto dos curtumes, que necessitaria de um 'pool' de experts do setor que forneçam as avaliações com base em uma competência adquirida, mas sim de uma exemplificação metodológica. As avaliações são aqui fornecidas pelo próprio mestrando, com base em um conhecimento parcial deste contexto industrial e de qualquer forma não aleatoriamente mas tentando uma aproximação à situação real. Os resultados portanto da hierarquização não são a parte mais importante, que é, ao invés, a apresentação do algoritmo de funcionamento deste modelo.

Objetivos complementares deste trabalho são apresentar o contexto histórico em que estes modelos de hierarquização e tomada de decisão têm se formado, assim como o contexto tecnológico e histórico da indústria de curtumes brasileira, objeto desta aplicação exemplificativa

Temos optado para comparar uma Matriz de Demanda, por sua natureza abstrata, com uma de Oferta que contempla quatro curtumes reais, avaliando como o território onde eles estão localizados atende a esta demanda. Uma outra alternativa teria sido avaliar áreas potenciais de assentamento de curtumes, o que nesta sede teria sido mais pretencioso do que na realidade fazemos, ou seja avaliar se os curtumes considerados estão bem localizados ou menos.

## **2. Premissa Técnica**

Os processos atuais de curtimento e acabamento das peles bovinas, para obtenção de diferentes qualidades de couro, prevê um grande número de passagens para completar a cadeia produtiva que leva das peles ‘verdes’, como são definidas as peles recém retiradas do animal abatido, até o produto final, o couro curtido e acabado de acordo com as características de cor e de qualidades exigidas pelos diferentes utilizadores finais (indústria calçadista, moveleira, automobilística, etc.).

Aqui nos limitaremos em extrair, da grande complexidade técnica, industrial e artesanal também, o que é relevante para nosso estudo de localização industrial, sem pretensão de serem exaustivos em relação a essa que muitos consideram até uma arte que envolve de forma interessante conhecimentos da ciência química e experiência artesanal..

A partir do recebimento das peles dos animais esfolados, se costuma dividir o processo em 3 grandes fases:

1. Ribeiro
2. Curtimento
3. Acabamento

As figura 1 e 2 resumem todas as passagens incluídas nessas 3 fases:

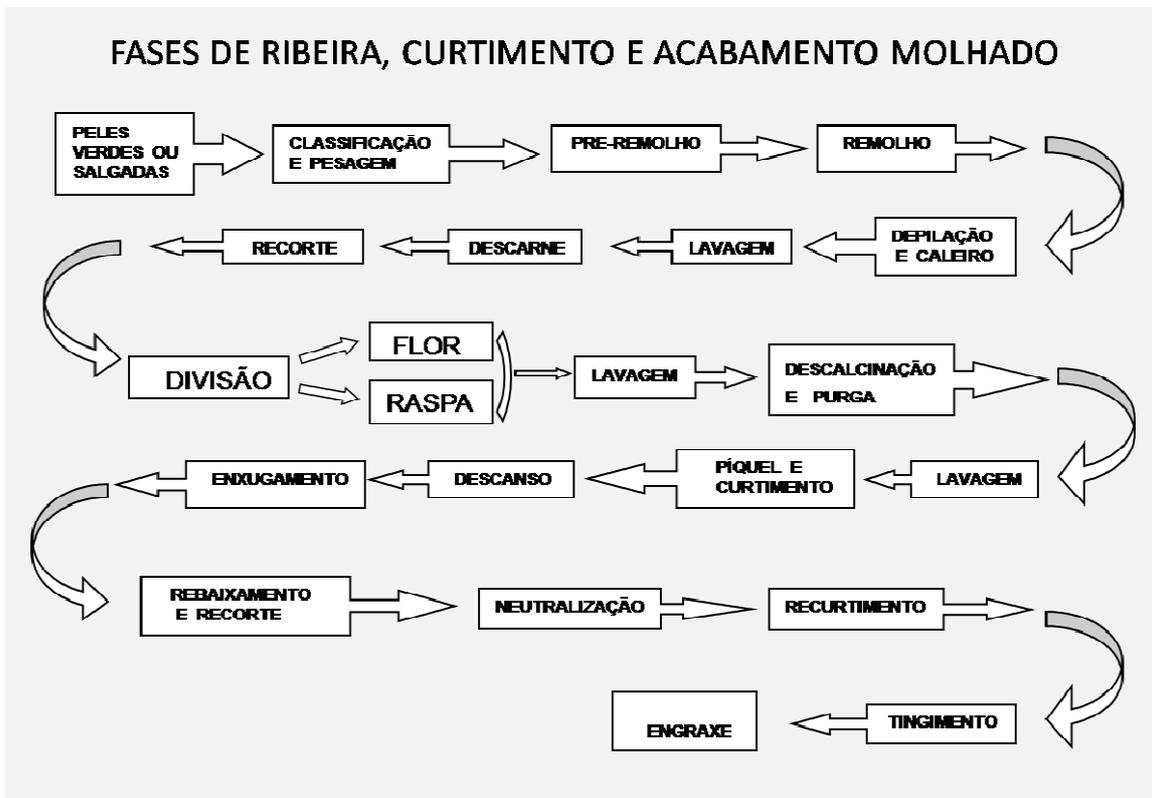


Figura 1, Fonte CETESB, elaboração própria



Figura 2, Fonte CETESB, elaboração própria

A *Ribeira* inclui todas as fases até chegar a fase de *Curtimento* (*píquel* e *curtimento*). O Acabamento de forma geral vai do *descanso* depois do curtimento até o produto final.

O couro que se obtém após o curtimento, que emprega principalmente compostos ao cromo, é chamado de *Wet-Blue*, devido à sua cor azulada e sua textura molhada. Outra fase importante, que vai do couro *Wet-blue* até as fases de *engraxe* ou *estiramento*, leva à produção de couro *Crust*, um semi-acabado assim chamado por sua consistência mais sólida e seca em relação ao *Wet-Blue*. As fases, enfim, que vão do *Crust* até o produto final, são as de *Acabamento* propriamente dito, e levam até o produto pronto para o emprego em suas várias aplicações.

De acordo com essa esquematização, podemos dividir os curtumes em quatro categorias:

**A Curtumes Integrados**, que realizam todas as fases do processo, do início ao fim.

**B Curtumes de Wet-Blue**, que tratam o couro crú até a fase de curtimento ao cromo, *descanso* e *enxugamento*.

**C Curtumes Acabados**, que usam o couro *Wet-Blue* como matéria prima, chegando à fase *Crust* (engraxe ou cavalete ou estiramento) e/ou de couro acabado.

**D Curtumes de Acabamento**, que transformam o *Crust* em couro acabado.

Os insumos industriais, os processos, a variedade de produtos químicos empregados, enfim, todas as características do processo industrial, variam bastante de acordo com a tipologia do curtume. Tirando os Curtumes Integrados, naturalmente, que realizam todas as fases do processo, costuma-se traçar duas grandes categorias, que abrangem os demais estabelecimentos, ligadas justamente às fases levadas a cabo:

### **1. Curtumes de Wet-Blue**

### **2. Curtumes de Acabamento** (incluindo os Curtumes Acabados)

A produção de couro ‘Wet-Blue’ envolve o uso maciço de insumos industriais, além do próprio couro crú, como água, energia elétrica e térmica e produtos químicos ‘brutos’

como sais de cromo. Além disso, é a fase de maior impacto ambiental relativamente aos efluentes industriais. Uma grande quantidade de produtos químicos exaustos é despejada no meio ambiente, após tratamentos de maior ou menor eficácia. É notório o grande potencial poluente dessa atividade industrial.

De forma geral, o consumo de água, energia elétrica e térmica, de insumos químicos, juntamente à carga poluente emitida, é menor nos curtumes de acabamento, em relação aos de 'Wet-Blue'. Por outro lado, o *know-how* tanto de técnicas quanto o conhecimento da grande variedade de produtos químicos que podem ser empregados, aumenta nas fases de acabamento, devido à grande variedade de cores, qualidades, elasticidade e 'flor'.

Do ponto de vista mais estritamente ligado à localização, os curtumes de Wet-Blue se beneficiam da proximidade às fontes de matéria prima, a dizer os rebanhos, abatedouros e frigoríficos, devido aos processos e custos ligados à conservação das peles 'verdes' (salgamento, resfriamento, emprego de bactericidas etc.).

Por outro lado, podemos dizer, de forma ainda muito geral, que os curtumes de acabamento se beneficiam da proximidade aos utilizadores finais do produto, como a indústria calçadista, os exportadores ou outros.

Estas breves e resumidas notas técnicas nos ajudam para entender melhor a evolução que a indústria de curtumes têm sofrido no Brasil nos últimos 40 anos, que é objeto da nota histórica a seguir.

### 3. Nota histórica

O mercado do couro crú, historicamente, está submetido ao andamento do mercado da carne bovina. Isto vale apesar da importância, em termos de faturamento, receita e peso na balança comercial, da produção de couro como um todo (Wet-Blue, Crust e Acabado). De acordo com dados de referência da FAO, a receita ligada à comercialização de couro praticamente empata com aquelas ligada à carne bovina, como já mostrou a tabela 2, que também elucida a relevância do couro em relação a outras importantes *commodities*.

Apesar disso, a produção de couro continua atrelada à de carne bovina. O boi, é criado e engordado em função de seu abate, que depende principalmente da qualidade e valor de sua carne naquele momento. A qualidade do couro crú acompanha esse andamento, apesar de, nos últimos tempos, ter crescido a atenção para aspectos que, dentro da criação, influenciam a qualidade do couro crú. As condições e metodologias pecuárias em que os rebanhos são criados influenciam naturalmente as características das peles. O uso extensivo de arame farpado no Brasil, como já notamos, a fim de cercar os rebanhos, por exemplo, rebaixa bastante no mercado internacional o valor da matéria prima brasileira frente outros produtores como Argentina e Estados Unidos. A idade do abate também, que no Brasil tende a ser mais elevada devido ao desfrute de um maior peso do animal, influencia as características de elasticidade das peles, requeridas pela indústria calçadista.

Estes aspectos, mais uma vez, nos levam a melhor entender a evolução que a indústria de curtumes têm sofrido ao longo dos últimos 40 anos.

A partir da década de setenta a indústria de curtumes se submeteu a um deslocamento para o centro-oeste brasileiro, seguindo o rumo dos grandes rebanhos bovinos, e começou a perder força frente seus clientes e fornecedores, principalmente os frigoríficos e a indústria calçadista, que passaram por um forte crescimento. De um lado o crescimento da indústria calçadista, que se torna capaz de ditar suas condições e preços aos fornecedores de couro. Do outro os frigoríficos, que se tornam concorrentes dos próprios curtumes, ao ser produtores e fornecedores de couro 'Wet-blue'. Nesse último caso até chegar a situação atual, de forte concentração da produção de couro 'Wet-Blue' nas mãos de um único grande grupo, o JBS-Friboi, que detém cerca de 70% da produção nacional desse item. Se nos anos setenta a maior parte do couro brasileiro era usado pela indústria

calçadista (cerca de 70%), ficando o restante para outros artefatos, a estimativa é que hoje só o 25% seja usado para sapatos, cabendo o 60% à indústria automobilística e o restante 15% a outros artefatos (móveis, vestuário,etc.).

## **4. Revisão da literatura: teoria econômica espacial e localização industrial**

Este trabalho não se propõe de ser uma aplicação real, no campo, do modelo Coppe-Cosenza, por falta de um adequado pool de experts no setor de curtumes. Tenta contribuir, porém, para uma melhor compreensão deste modelo, principalmente de sua gênese, metodologia de aplicação e formalização matemática.

No contexto desta compreensão cabe um apanhado histórico que coloque este modelo de localização industrial em seu contexto, como também aponte para suas recentes implementações, com destaque para a nova tabela de cotejo desenvolvida em Cambridge.

Esse tipo de modelagens se desenvolvem dentro do campo de estudo chamado de economia espacial ou teoria econômica espacial, que por sinal se cruza frequentemente com os interesses práticos dos geógrafos, com uma certa dificuldade em se integrar com eles. Este seja talvez o maior mérito do modelo Coppe-Cosenza, o de mixigenar interesses práticos e refino teórico.

### **4.2 As teorias clássicas**

#### **4.2.1 Pródromos das teorias de localização: R. Cantillon e J. Von Thünen**

Em sua obra 'Essai sur la nature du commerce en générale', de 1755, R.Cantillon dá início as análises das relações interregionais e a uma teoria da localização, que de fato antecipa as problemáticas ligadas às políticas de descentralização industrial. Partindo da repartição da população e das suas diferentes actividades, ele estuda as várias áreas de povoamento (aldeias, burgos, cidades e capitais), a sua situação, a sua dimensão e a sua zona de atração. A necessidade de economizar nos transportes levaria algumas aldeias a se transformar em burgos, ou seja lugares de mercado. A distância entre os diversos centros de povoamento e a densidade populacional determinam a área de influência desses mercados. A presença in loco de grandes propriedades fundiárias, com o relativo poder financeiro, daria conta da formação de cidades e capitais. O conceito de 'balanços regionais' resume estas relações entre a cidade e o campo, cujas trocas geram fluxo de mercadoria e divisa:

criam-se diferenças locais de preços, influenciados pelos custos de transporte. Este conceito antecipa o de Von Thünen dos ‘Círculos Concêntricos’.

Apesar destas antecipações, foi só em 1826 que J.Von Thunen colocou novamente sob a lente da pesquisa econômica as implicações da ocupação do espaço. Em sua obra ‘Der isolierte staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie’ (O Estado isolado). Estamos ainda nos alvares da era industrial e a atenção é concentrada na localização dos plantios agrícolas e no escoamento dessas mercadorias. O custo de transporte, em época precedente às estradas de ferro, é fundamental, por este motivo os produtores agrícolas estariam concorrendo quase exclusivamente pela localização otimizada de suas culturas, considerando outros fatores de produção praticamente uma constante. A teoria dos ‘Círculos Concêntricos’, todavia, não perde seu interesse com a entrada em jogo de novos meios de transporte.

#### **4.2.1.1 J. Von Thünen: a teoria dos ‘Círculos concêntricos’**

O próprio título da obra de Von Thünen sugere seus pressupostos de uma cidade/mercado completamente isolada do resto do mundo, um espaço homogêneo onde a única variável é o custo do transporte, permanecendo constantes os outros fatores como condições naturais e de fertilidade, a tecnologia e os custos de produção. Neste contexto os ‘Anéis de von Thünen’ definem uma hierarquia de renda econômica dependente da distância dos plantios do centro da cidade/mercado: ou seja, as terras mais próximas do centro consumidor têm maior renda em relação àquela mais distante. Além de se realizar uma relação inversa com a distância, o afastamento do mercado determina a seleção das culturas. As produções se distribuem de forma regular em torno ao mercado, tendo os produtos perecíveis (ex. leguminosas e leite) uma maior proximidade e, progressivamente, nos anéis mais afastados, a presença de outros produtos como madeira (energia e calor), cereais, pecuária. Nos anéis mais periféricos ainda, as culturas e produções torna-se rarefeitas, predominando a ovinocultura. Hoje este modelo aparece demasiado simples, naturalmente, todavia abordagem de von Thünen inspirou vários teóricos do planejamento urbano. Os custos unitários de transporte e o preço do solo urbano são, até hoje, funções decrescentes da distância ao centro. O próprio autor, aliás, considerou possíveis articulações de seu modelo, dependendo por exemplo da presença de uma via fluvial

navegável, que permite transportes menos dispendiosos, que teria como consequência o alongamento das áreas concêntricas acompanhando a direção do rio. Também a presença de diversas povoações, no lugar de uma só, gera diversos centros de círculos que se entrecruzam.

Através da obra de outros autores, como A. Schaffle e W. Launhardt que prolongam a análise de von Thünen, adaptando-a às novas condições introduzidas pela segunda revolução industrial, chegamos aos fundamentos da teoria da localização industrial propriamente dita, na obra de A. Weber.

#### **4.2.2 Fundamentos da teoria da localização industrial: A. Weber**

A. Weber definiu uma localização industrial, assim como J. Von Thünen havia definido uma teoria da localização agrícola. Esta é na análise de Weber parte do problema geral da repartição no espaço das atividades econômicas, que precisa ser expandida para uma teoria da evolução das estruturas locais e regionais. O autor determina três fatores principais influenciando a localização das indústrias.

##### **4.2.2.1 Ponto mínimo de custos de transporte**

É determinado geometricamente, tendo em conta os dois elementos que condicionam esse custo, isto é, o peso e a distância. A decisão de localização tomada pelos responsáveis das empresas depende, em grande medida, da comparação de preço entre o transporte das matérias primas e dos produtos finais. O ponto ótimo que minimiza estes custos é determinado pelo método dos “triângulos de localização”, formados pelas linhas que ligam as fontes de matérias primas e os centros de consumo. No interior desta superfície exercem-se forças concorrentes que correspondem umas à atracção das matérias primas e outras à atracção dos produtos finais. No ponto em que se equilibram estas forças, atinge-se o menor valor das despesas de transporte. Pode ser definido um “índice de materiais” que corresponde à relação:

$$\frac{\text{Número de unidades de peso das matérias primas localizadas}}{\text{Número de unidades de peso dos produtos finais}}$$

Se este índice for superior à unidade, é a atração das matérias primas que é predominante; se for inferior, é a atração dos produtos finais que condiciona. No entanto, algumas alterações podem ser consideradas, levando em conta o fator mão de obra.

A figura abaixo ilustra este conceito

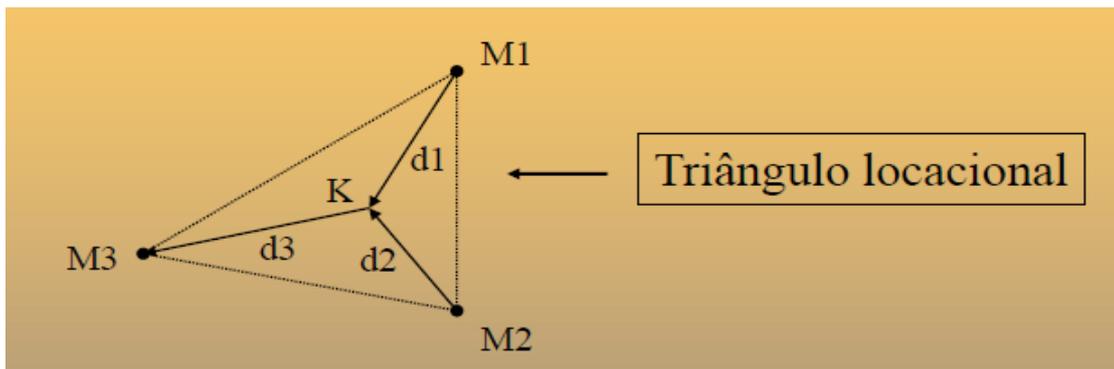


Fig. 3 Triângulo locacional

Parâmetros:

**m1, m2:** pesos dos insumos

**m3:** peso do produto final

**p1, p2:** preços por tonelada dos insumos na fonte de oferta

**p3:** preço por tonelada do produto no local de produção

**t1, t2, t3:** respectivos custos de transporte por tonelada por unidade de distância

**d1, d2, d3:** distâncias dos mercados de escoamento

Insumos 1 e 2 são utilizados em **proporções fixas**, de modo que, para coeficientes técnicos de utilização dos insumos, **k1** e **k2**:

$$m3 = f(k1*m1, k2*m2)$$

No caso mais simples, em que **k1 = k2 = 1**:

$$m3 = m1 + m2$$

As firmas operam em concorrência perfeita.

Preço e qualidade dos fatores de produção não variam no espaço: oferta ilimitada.

A localização ótima, **K**, é definida no ponto interno do triângulo onde o custo total de transporte, **TC**, é minimizado (*localização ótima de Weber*):

$$TC = \min (m_1 * t_1 * d_1 + m_2 * t_2 * d_2 + m_3 * t_3 * d_3)$$

#### **4.2.2.2 Distorsão do trabalho**

Corresponde à atração exercida por centros vantajosos em mão-de-obra. Esta distorção depende essencialmente das diferenças entre os níveis salariais dos diferentes locais, considerando a mão de obra imóvel e a oferta ilimitada. A influência deste factor sobre os produtos, por unidade de peso, mede-se através de um 'índice de custo do trabalho', que será tanto maior e provocará uma maior distorção, quanto maior for o peso da mão de obra no processo de produção. Coeficientes de trabalho elevados, levam a que as indústrias se concentrem geograficamente e quanto mais baixos forem, maior dispersão haverá nas indústrias.

#### **4.2.2.3 Campo de forças de aglomeração ou de desaglomeração**

O campo de forças de aglomeração consiste em economias de aglomeração, resultantes do reagrupamento geográfico das empresas em termos de produção e de escoamento (existência de preços mais favoráveis, melhores adaptações às condições do mercado, integração de maior número de unidades fabris).

O campo de forças de desaglomeração traduz-se num aumento das rendas fundiárias provocado por uma concentração excessiva, que reduz os locais disponíveis e faz aumentar o preço dos solos.

O resultado da intervenção destas forças definirá a 'densidade industrial' e poderá provocar variações relativamente à localização que os dois primeiros factores, transportes e trabalho, teriam tornado preferencial. A sua influência será maior nas indústrias com produtos de grande valor acrescentado e poderá ser medida por um 'coeficiente de

produção'. De uma maneira geral, as indústrias de elevado coeficiente de produção têm tendência para se aglomerarem.

A teoria de localização de Weber procura dar conta das mudanças que levam de uma produção agrícola de mera subsistência a concentrações demográficas que principiam as atividades industriais e comerciais e uma maior complexidade econômica.

Outros autores, como A. Predohl e H. Weigmann, contribuíram para passagem de uma teoria de localização para uma teoria espacial geral, que toma sua primeira forma na obra de T. Palander.

#### **4.2.3 T. Palander: contribuição para a teoria do espaço**

Já levando em conta, em 1935, a complexidade de uma economia plenamente industrial, em sua tese de doutorado intitulada 'Contribuição para a teoria do espaço', Palander insiste sobre a complexidade dos fatores de localização, numa economia fundada sobre a divisão do trabalho e sobre o mecanismo do mercado: fatores técnicos e resultados exatos do cálculo econômico, mas também elementos climáticos, legislativos, institucionais. Demonstra ainda que a localização do consumo levanta, ela também, problemas complexos, uma vez que na economia capitalista moderna esta não é sempre comandada pela localização da produção.

Palander reformula em parte o conceito de von Thunen dos círculos concêntricos, aplicando o método das isolinhas, já amplamente empregado por geógrafos, à pesquisa econômica. Weber também havia definido as 'isodapanas' como lugar geométrico dos pontos de igual aumento no custo dos transportes, como ilustra a figura abaixo:

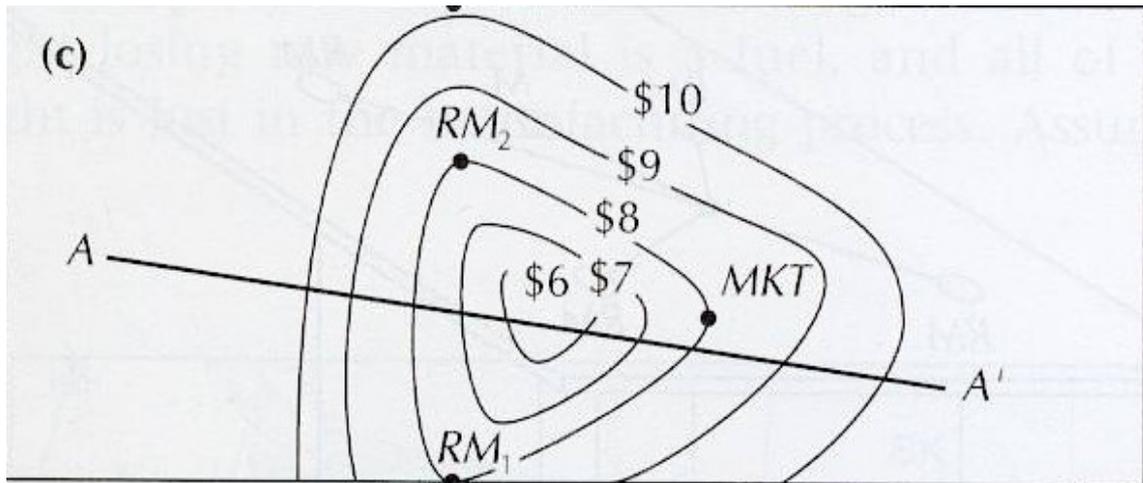


Fig. 4 Isodapanas

Weber destacava entre elas uma chamada 'isodapana crítica', que corresponde aos pontos onde as economias realizadas, em termos de mão-de-obra, são iguais às despesas suplementares suportadas em termos de transportes. A empresa se deslocará para a fonte de mão de obra, caso esta se situe dentro da área delimitada pela 'isodapana crítica', ou seja se ela estiver localizada sobre uma 'isodapana' de menor valor, correspondente a um aumento dos custos de transporte inferior às economias em mão de obra.

Palander implementa este sistema de isolinhas introduzindo uma avaliação para cada matéria prima e cada produto acabado: vincula, isto é, as 'isodapanes' à construção de 'isovectores' para cada matéria prima (lugar dos pontos para os quais a quantidade necessária de matéria prima pode ser despachada com o mesmo custo de transporte), para cada produto final (lugar dos pontos para os quais um produto pode ser despachado para seu mercado pelo mesmo custo de transporte). Uma vez construída a rede de 'isovectores', as 'isodapanas' podem ser traçadas, que unem todos os pontos onde a soma total dos custos de transporte será a mesma, para as matérias primas e para os produtos finais. Estas "isodapanas" definem os limites de uma superfície de custo total de transporte, no interior da qual se situa o ponto mínimo de transporte.

Sucessivamente o autor torna mais complexa a rede de 'isodapanas', introduzindo hipóteses que distorcem esta rede, na tentativa de se aproximar mais da realidade: tarifas uniformes ou tarifas decrescentes em matéria de transportes, existência de uma ou várias matérias primas, igualdade ou não no peso da matéria prima e no peso do produto.

Finalmente, Palander aplica o método das ‘isolinhas’ à variável do preço de venda dos produtos, entendido como a soma do preço na produção com o custo de transporte.

Define-se assim o conceito de ‘isótima’, lugar dos pontos onde os preços de uma mercadoria proveniente de um dado centro são iguais. As ‘isótimas’ são constituídas por círculos concêntricos quando o custo de transporte é idêntico em todas as direcções e confundem-se, por isso, com os ‘isovectores’. As ‘isostantes’ são obtidas ligando entre si os pontos de intersecção das ‘isótimas’ que têm o mesmo valor, e elas definem a área de mercado de cada centro de produção, pelo menos para a venda no atacado, uma vez que o comércio a varejo obedece a normas diferentes.

Considerando a importância dos centros urbanos como polos de atração para a produção industrial, revestem um certo interesse as análises de W. Christaller sobre a hierarquização dos centros urbanos. Não se tratando porém, estritamente de teorizações sobre localização industrial, focaremos agora nossa atenção sobre o último dos autores clássicos: August Lösch.

#### **4.2.4 A. Lösch: teoria econômica espacial e análise das áreas de mercado**

Alargando o problema da localização industrial a todo o sistema econômico, Lösch sugere uma teoria de equilíbrio espacial geral, que se mantém atual até hoje. O seu trabalho articula-se em torno de três temas principais: uma teoria da localização, uma teoria das regiões, que é de facto uma teoria das áreas de mercado.

##### **4.2.4.1 Teoria da localização**

Segundo Lösch se formam entre os centros de produção e os centros de consumo, combinações características que constituem mercados parciais, subdivisões do mercado global: são as ‘áreas de mercado’ que se podem reportar a dois tipos principais - vários produtores reagrupam-se em torno de um centro de consumo, situação definida por Lösch como constituindo uma ‘região de abastecimento’, ou centros de consumo reagrupados em torno de um produtor, e nesse caso ele define como constituindo uma ‘região de extração’.

A primeira é particularmente característica da localização agrícola e a segunda da localização industrial.

No caso da localização industrial, que nos mais interessa, entram em linha de conta os custos (custos de transporte, custos de produção e a relação entre os dois) e as receitas (importância e poder de compra da clientela, nível dos preços); mas se estes diversos elementos podem explicar as localizações reais, a localização ideal depende, por seu lado, do rendimento líquido. No entanto, após ter colocado desta forma a interdependência estreita que relaciona preço, procura e localização, Lösch não acha possível chegar a uma fórmula geral, determinando a localização ótima, por ser tão elevado o número de variáveis em jogo. Tudo o que se pode fazer é reconhecer para cada localização industrial virtual a procura total possível e o volume de produção desejável, em função do seu custo.

A formação de centros urbanos corresponderia a centros de localização não agrícola, influenciada por vários fatores como:

a. Vantagens da produção em escala que leva a concentração, num local, de grandes empresas individuais.

b. Empresas do mesmo tipo são levadas a se aglomerar atraídas pelas economias externas, pelas vantagens técnicas do local (fatores de produção) e pela maior possibilidade de concorrência.

c. as empresas heterogêneas podem-se aproximar geograficamente devido às suas ligações de interdependência

d. Os centros urbanos podem surgir da simples aglomeração de consumidores.

e. A aglomeração pode ser ao redor de fontes de oferta pre-existentes (matérias primas, energia, mão de obra, capital). Isso explica a formação das 'cinturas industriais' dos centros urbanos.

A partir destes fatores parciais Lösch tenta encontrar as condições de um equilíbrio espacial geral, determinado pelo jogo de duas tendências fundamentais:

a. a maximização das vantagens individuais

b. a maximização do número de unidades econômicas autónomas

Todavia, após ter estabelecido que existem tantas equações como incógnitas e que um sistema espacial de equilíbrio geral é possível, Lösch não explicita as formas deste equilíbrio. Ele não desenvolve este sistema de equações, que ele próprio julga ser muito geral para ter uma aplicação prática, e apresenta uma teoria das áreas de mercado e das regiões que lhe parece ser intermediária, lógica e necessária, entre a teoria das localizações individuais e a teoria do equilíbrio espacial geral.

#### 4.2.4.2 Teoria das áreas de mercado

Lösch mostra aqui que se podem delimitar regiões económicas que não coincidem com os estados e que, ou bem se situam no interior das fronteiras políticas ou bem as transcendem. O autor considera primeiramente um espaço homogêneo abstrato, que considera, na linha de von Thünen, uma área de mercado constituída por um espaço economicamente homogêneo: uma planície uniforme sobre a qual as matérias primas e população estão repartidas de igual modo e que dispõe de facilidades de transporte equivalentes em todas as direções. Em princípio, cada centro vive em economia fechada e a influência de forças extra económicas está excluída. Ele representa as áreas de mercado economicamente ótimas com hexágonos, por ser essa forma geométrica a que menos se afasta do círculo, permitindo atingir, em igual superfície, a maior procura por unidade de superfície.

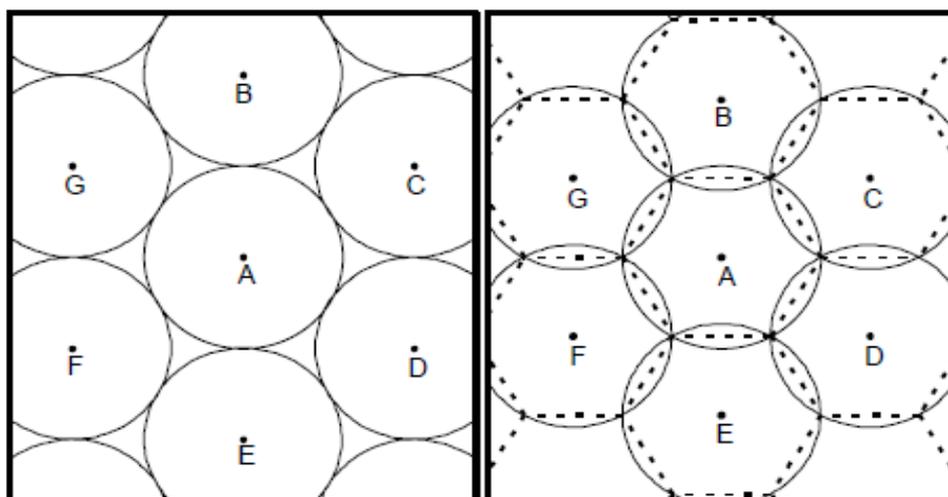


Fig. 5 Áreas de Mercado, fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

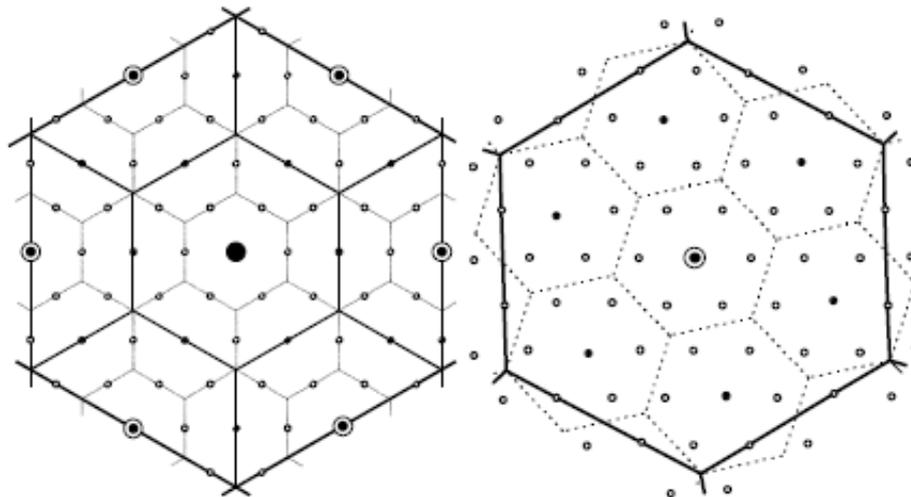


Fig. 6 Regiões e sistemas de rede, fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Estas redes de hexágonos ordenam-se em ‘sistemas de redes’ logo que se combinem as áreas de mercado de vários produtos heterogêneos. Além disso, em lugar de deixar que as diversas redes se constituam ao acaso, sobre a superfície considerada, pode-se obter um arranjo mais ordenado fornecendo-lhes um mesmo centro, que se tornará então num grande centro urbano beneficiando de uma procura local importante. Estes sistemas de redes constituem “as regiões económicas” e a sua dimensão depende da dimensão da área mais vasta de mercado que as constitui. Por sua vez eles constituem, com os sistemas vizinhos, ‘redes de sistemas’, igualmente em forma hexagonal e que são agrupamentos de regiões. Temos assim uma hierarquia das áreas de mercado.

Até aqui no tocante a um espaço abstrato. Segue-se na análise de Lösch uma tentativa de reconstituir o espaço econômico concreto, porquê de fato a ordem do esquema ideal é perturbada por fatores reais como:

- a. os elementos econômicos: são as diferenças espaciais de preços, de produtos ou de custos de transporte.
- b. elementos naturais: diferenças de fertilidade do solo e, sobretudo, desigualdade nas facilidades de acesso.

c. elementos humanos: não existe nem uniformidade nem racionalidade no comportamento dos empresários no que diz respeito à extensão dos mercados, aos preços, à escolha das localizações; diferenças idênticas existem entre grupos nacionais, sobretudo em matéria de consumo.

d. elementos políticos: na realidade, o fenômeno estado e as fronteiras políticas são um obstáculo à mobilidade dos factores de produção e dos produtos, e originam quer uma redução do número de localizações nas zonas fronteiriças quer seu deslocamento de um estado para outro.

A discrepância entre o modelo abstrato que serviu de base para o raciocínio e a realidade econômica com seus traços irregulares, as vezes ilógicos, que aparentemente não se submetem a nenhuma regra, não passou despercebida por Lösch, que porém privilegia a busca de um modelo racional que vá além do que ele atribue a contingência.

### **4.3 Orientamentos recentes da teoria da localização industrial**

Justamente este tipo de limitações e as mudanças do panorama econômico, em particular o menor peso exercido hoje pelo fator transporte, coloca parcialmente em cheque as teorias de Lösch e dos pioneiros que o precederam. Sobretudo a partir dos anos '50 a estrutura do espaço econômico se complica a ponto de exigir novas formas de leitura. Surgem novas orientações para explicar a localização das indústrias e eventualmente orientar a tomada de decisão do empresário ou do planejador público.

Autores contemporâneos com P. Aydalot apontam principalmente para as limitações de uma avaliação que leve em conta principalmente fatores financeiros, de custos e de preços, colocando a importância de fatores que envolvem a minimização de riscos dos empreendimentos. O peso que agora assume a incerteza leva os avaliadores a escolhas conservadoras em relação a localização, que deve se guiar pelos critérios de um risco mínimo, deixando as chances de rentabilidade máxima na conta de outros fatores mais de curto prazo, como as escolhas técnicas (Richardson, 1973). Os fatores não estritamente econômicos ganham importância, de uma forma geral. Chega-se muitas vezes a posições paradoxais, que valorizam modelos probabilísticos, escolhas casuais ou baseadas em fatores

personais e subjetivos. De uma forma geral, a tentativa das teorias clássicas de obter uma precisão muito elevada, correspondem teorias modernas que, sob o impulso de uma complexidade crescente, cedem ao probabilismo o ao subjetivismo.

Richardson (1973), por exemplo, considera que os movimentos inter-regionais de capital dependem de duas séries de fatores: o volume dos capitais oferecidos em cada região e o balanço oferecido por cada região (riscos, incerteza, lucros potenciais, vantagens oferecidas por cada região). Fazendo uma síntese destas informações, ele define assim uma matriz em que a cada caso corresponde um coeficiente probabilístico.

A questão principal é que as decisões tomadas pelas empresas se afastam muito de qualquer modelo teórico baseado em cálculos puramente econômicos. Uma vez que os custos de transporte se tornam ineficazes em explicar os movimentos de localização, os analistas se encontram num impasse teórico, um vacuum deixado pelas teorias clássicas.

Por décadas as teorias da localização industrial se desenvolveram, chegando até a uma certa sofisticação, mas sem se preocupar em observar o comportamento real das empresas. Só a partir dos anos '70 que as pesquisas neste sentido começaram a se multiplicar, principalmente nos Estados Unidos, na França e nos Países Baixos.

Na linha deste esforço se avaliam fatores complexos que influenciam o deslocamento real das indústrias.

P.Aydalot, em 1985, considera vários fatores e razões impactantes sobre a implantação ou o deslocamento de unidades fabris, resumidos nas tabelas 4,5,6,7 e 8:

Tab. 4 Razões para abertura de uma nova unidade fabr

- espaço disponível insuficiente.....	47 %
- desejo de não "colocar todos os ovos no mesmo cesto".....	33 %
- desejo de se libertar da mão-de-obra improdutiva da fábrica actual .....	26 %
- mão-de-obra em demasia na fábrica actual .....	25 %
- melhorar a proximidade aos mercados e baixar os custos de transportes.....	23 %
- mudança de tecnologia o que exige novas instalações .....	20 %

fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Tab.5 Fatores de localização restritivos por tipo de empresa

<u>Fatores de localização:</u>	<u>Tipos de empresas:</u>
• custo da mão-de-obra	Sectores onde a concorrência é intensa e sectores que necessitam de muita mão-de-obra.
• clima social	Sectores onde a concorrência é intensa e sectores que necessitam de muita mão-de-obra.
• proximidade dos mercados	Sectores sensíveis ao custo dos transportes.
• proximidade das matérias primas	Sectores específicos, tais como a industria da pasta do papel e siderurgias.
• proximidade a serviços especializados	Algumas, poucas, empresas.
• qualidade de vida	Indústrias de alta tecnologia.

fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Tab. 6 Fatores secundários considerados desejáveis

Factores considerados desejáveis (intervindo em segunda ordem) (% de empresas que responderam citando o factor)		
	Abertura de uma nova fábrica	Deslocalização
• clima social favorável	74	44
• preço baixo dos terrenos	60	50
• proximidade dos mercados	42	22
• físcalidade local reduzida	35	19
• auto-estradas	35	28
• ramal ferroviário	30	22
• baixos custos da construção	29	33
• salários baixos	28	25
• proximidade a uma escola secundária	26	14

fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Tab.7 Influência dos vários fatores na localização industrial

Factores	Influência (proporção de respostas)		
	Forte	Média	Total
Factores ligados ao trabalho:			
- recrutamento de mão-de-obra	32.3	41.4	73.7
- recrut. de operários especializados	25.2	37.2	62.4
- clima social	13.5	35.6	49.1
- salários	6.2	32.3	38.5
- concorrência no mercado de trabalho	18.6	27.6	46.3
Transportes e contactos:			
- aprovisionamentos	15.3	23.2	38.5
- ligações ao mercado	21.0	13.5	34.5
- ligações a fábricas do mesmo grupo	12.2	16.4	28.6
- ligações à sede da empresa	9.7	19.2	28.8
Características locais:			
- meio industrial	8.2	25.0	33.2
- possibilidade de sub-contratação	3.5	14.6	18.1
- existência de serviços à indústria	2.2	9.1	11.3
Factores pessoais:			
- conhecimento do meio local	15.7	22.3	38
- ambiente atractivo para os quadros	4.0	21.7	35.7
- terreno já pertencente à empresa	12.6	9.7	22.3

fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Tab.8 Hierarquia dos principais fatores de localização industrial

Hierarquia dos principais factores de localização industrial resultante de um inquérito a 900 empresas da Flandres - 1971	
Ligações rodoviárias satisfatórias.....	255
Ligação da mão-de-obra à empresa .....	253
Clima social na região.....	250
Contactos fáceis (directos ou por telefone) com clientes e fornecedores .....	227
Acesso ao mercado Belga .....	225
Presença de trabalhadores (homens) não qualificados mas com formação .....	220
Ajudas financeiras a nível regional.....	215
Presença de trabalhadores qualificados (homens) .....	210
Nível dos salários.....	199
Baixos custos no transporte dos “inputs” .....	198
Preço do terreno por m2 .....	195
Presença de quadros.....	176
Proximidade a uma auto-estrada.....	163
Existência de um mercado na região .....	162
Loteamentos industriais equipados.....	148
...	
(numa lista de 44 factores)	
(o valor máximo possível para um factor é de 400)	

fonte RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G.

Relativamente às análises estatísticas e econométrica, parece valer de certa forma a crítica que também vale pelas teorias clássicas; como observa ainda Aydalot em 1985, a perfeição técnica do modelo e a qualidade estatística dos resultados obtidos não são necessariamente o sinal de um nível explicativo elevado.

Para terminar este nosso apanhado histórico e passar à avaliação do modelo específico Masterli, do qual se origina o modelo Coppe-Cosenza, consideraremos agora um resumo de fatores considerados pelas modernas teorias da localização como os mais relevantes na explicação das localizações existentes como também no planejamento de novas localizações:

#### **4.3.1 Custos dos transportes e proximidades das matérias primas**

Em decorrência da redução, de forma geral, do impacto deste item sobre as escolhas. Este impacto varia segundo os casos, mas considerando que hoje ele constitui cerca de 3% do custo de produção, sua importância fica reduzida.

#### **4.3.2 Trabalho**

Se tornou hoje um fator de grande importância, como mostra por exemplo o grande deslocamento de empresas em direção aos países em desenvolvimento, atraídas principalmente pelas características específicas do factor trabalho (abundância, qualidade, custo).

#### **4.3.3 Proximidade dos mercados**

Este fator clássico de localização intervém de formas diferentes segundo a natureza da empresa; para uma fábrica, o mercado tem um sentido claro: lugar para onde será escoada a produção; mas este lugar tanto pode ser uma cidade como uma outra fábrica, uma região, um país ou um porto de exportação. No caso de uma fábrica integrada num conjunto empresarial mais vasto, o seu mercado pode ser outra ou outras fábricas desse mesmo grupo que poderão estar espalhadas pelo território ou até noutros países. Se para uma pequena empresa as suas opções são mais claras, pois o seu mercado situa-se numa cidade

ou região vizinha, para o caso de uma grande empresa, com um vasto mercado, a noção de proximidade deste é menos clara. Pode ainda colocar-se a questão da proximidade através dos meios de comunicação ou da proximidade física propriamente dita.

#### **4.3.4 Existência de um meio industrial**

A inserção de uma empresa num meio industrial complexo e o papel das economias externas de aglomeração, são frequentemente mencionadas nos factores mais importantes de localização. Na teoria dos pólos de crescimento, o ambiente tecnológico pode explicar a concentração de algumas actividades em certos locais. Todavia estas aglomerações só em pequena parte estão ligadas aos benefícios derivantes do fato de ter fornecedores próximos. Como observa Gilmour (1974) : ‘O desenvolvimento de economias internas à empresa pode ser mais importante que aquelas que advêm da proximidade de fornecedores na mesma aglomeração. Toda a experiência empírica mostra que as economias internas à empresa se vão tornar cada vez mais importantes nos próximos decénios’.

#### **4.3.5 Organização dos contatos internos da empresa**

No caso de empresas que possuem diferentes unidades fabris, as relações entre elas podem levar a um certo agrupamento espacial

#### **4.3.6 Terrenos e edifícios**

Dependendo do tamanho e das especificações técnicas de uma unidade fabril, pode variar bastante a aptidão de um terreno para sua implantação. O aumento de tamanho da empresa e de suas exigências técnicas afunila esta aptidão, juntamente com considerações de carácter financeiro.

#### **4.3.7 Infraestruturas**

As ligações rodoviárias, ferroviária, hidroviárias e aeroportuárias; a qualidade das telecomunicações; o fornecimento de água e energia eléctrica; a rede de esgoto e escoamento de águas réfluas industriais. Isso tudo pode influir mais ou menos dependendo de cada

atividade. Raramente estes fatores não são importantes para a escolha de localização. Todavia este impacto em época moderna é atenuado pelo fato da maioria das áreas urbanas fornecerem suficientes níveis infraestruturais. Já nos países em desenvolvimento pode acontecer o contrário, sendo a industrialização que puxa a implementação de infraestruturas.

#### **4.3.8 Mercado financeiro e serviços às empresas**

Neste caso é a presença de serviços bancários e financeiros satisfatórios que atraem as empresas de médio ou grande porte, com necessidades de operações financeiras importantes. Isso aglomera as atividades terciárias das empresas de médio ou grande porte.

#### **4.3.9 Fatores pessoais**

Os empresários não costumam ser economistas e nem ter em mãos os parâmetros econômicos de muitas possíveis localizações. Este fato, por si só, justifica a intervenção de preferências pessoais, idiossincráticas.

#### **4.3.10 Condições fiscais locais**

Incentivos fiscais em uma dada região podem atrair a empresa, assim como um regime fiscal não excessivamente arrojado pode favorecer a presença de mão de obra qualificada.

#### **4.3.11 Atitude da população em relação à empresa**

Características políticas, sociais, culturais ou religiosas podem influenciar o acolhimento da indústria por parte das populações locais. A presença de forte movimentos sindicais também pode desincentivar os empreendedores.

#### **4.3.12 Subsídios públicos**

Outras formas de ajuda pública, além dos incentivos fiscais, podem estimular a preferência para uma determinada localização: sistemas locais de financiamento à empresa;

centros universitários e de pesquisa; ‘facilities’ para os quadros das empresas (lazer, saúde, escola, esporte).; facilidades burocráticas.

#### **4.4 O modelo Masterli**

Como acabamos de ver no cap 4.3, os estudos da segunda metade do sec. XX tentam, principalmente, abrir o leque além dos fatores de custos, preços e transportes levados em conta pelas teorias clássicas. A crescente complexidade da industrialização nos países avançados e a entrada em jogo de um grande número de fatores significativos, pedem para instrumentos de avaliação mais sofisticados. A tendência à polarização do fenômeno industrial, com áreas fortemente ativas e áreas depressas, e a dupla necessidade, por parte do planejador público de equilibrar e otimizar a distribuição industrial, e por parte do empresário de escolher sua localização de forma mais racional, isso tudo produz esforços para modelagens mais coerentes e adaptáveis à realidade.

A Itália dos anos ’70 compartilha essas exigências, e nesse contexto a Confindustria, federação dos industriais, inaugura um Centro de Estudos que, em colaboração com as consultoras Somea e Sema, leva a cabo um trabalho de pesquisa e modelagem que em 1974 é publicado com o nome de MASTERLI, ‘Modello di Assetto Territoriale e Localizzazione Industriale’(Modelo de disposição territorial e localização industrial).

Dois são os objetivos desse projeto:

- a. Implementação de um instrumento útil para as escolhas de política industrial regional
- b. Implementação de um instrumento útil para a escolha da localização ótima para um investimento industrial

##### **4.4.1 Metodologia do modelo MASTERLI**

A abordagem se fundamenta em uma comparação sistemática entre a DEMANDA de condições de assentamento vindo da indústria e a OFERTA de condições de assentamento vindo do território. Essa abordagem requer uma postura analítica: para que

essa comparação se torne significativa é necessária uma desagregação dos elementos do problema, a dizer:

#### **a. Território.**

Ele precisa ser repartido em 'áreas elementares' de possíveis assentamentos industriais. A 'área elementar' é uma porção circumsrita do território nacional que, por suas características geofísicas, infraestruturais, de tamanho mínimo e de ligação com os centros urbanos, se torna apta para assentamentos industriais. Com isso podem ser levadas em conta tanto áreas já industrializadas quanto áreas em desenvolvimento ou subdesenvolvidas. No caso da Itália os pesquisadores consideraram a divisão do território nacional em 300/500 áreas.

#### **b. Indústria**

Neste caso a avaliação da demanda deve levar em conta a variedade das atividades industriais, com referência à categoria merceológica. O critério principal para desagregação dos vários setores industriais foi a homogeneidade na estrutura dos 'inputs' e dos 'outputs'. Chegou-se dessa forma a mais de 200 tipos de atividades industriais. Além disso, dentro de cada categoria, alguns projetos típicos são considerados, para levar em conta diferenças, dentro da mesma atividade, devidas às dimensões, à tecnologia empregada e a outros fatores.

#### **c. Condições de Assentamento ou Fatores Locacionais**

Estes são de certa forma a interface entre o território e a indústria, por se referir aos dois ao mesmo tempo. Foram considerados 50/60 fatores de localização, agrupados em grandes categorias como 'infraestruturas industriais gerais e específicas', 'inputs' de produção', 'trabalho', 'serviços industriais', 'condições de assentamento da população' e outros. A definição dos fatores de localização privilegia a vertente da demanda, no intuito de focar o esforço para solucionar problemas concretos das empresas.

O principal elemento de novidade introduzido por este modelo é a adoção de um método de medição da demanda e da oferta de condições de assentamento com base numa

escala qualitativa a quatro modalidades, tanto para demanda como para oferta, que permite assim o cruzamento entre condições de assentamento demandadas e ofertadas, o que não seria possível adotando critérios quantitativos:

Para Demanda: **Crucial; Condicionante; Pouco Condicionante; Irrelevante**

Para Oferta: **Superior; Bom; Regular; Fraco**

Esta escala a quatro modalidades parece a mais apropriada para três motivos: por ser mais rica e articulada em comparação com uma escala a duas modalidades (existentes/inexistente); por ser mais significativa de uma escala com mais modalidades, excessivamente variada para o avaliador; porque, não tendo uma posição intermédia, como por exemplo no caso de três ou cinco modalidades, obriga o avaliador a tomar posição em relação a seu julgamento.

Em relação aos modelos precedentemente avaliados, o MASTERLI apresenta dois elementos de novidade importantes:

**a.** O espaço econômico é concebido como um ‘conjunto discreto de pontos’, contrariamente a tendência geral de considerar, a frente de escolhas territoriais por natureza pontuais, um espaço econômico contínuo.

**b.** A análise das condições de assentamento é não se fundamenta em uma hierarquia fixa de fatores de localização considerados em suas importância ‘a priori’, mas em uma avaliação onde cada fator é avaliado dentro de uma situação concreta, na aplicação do modelo.

Em relação aos fatores de localização tradicionalmente considerados, como terrenos, infraestruturas, recursos naturais, o MASTERLI propõe uma adequada especificação deles, como também uma quantificação que permita comparações diretas e homogêneas entre condições de demanda e de oferta.

No tocante aos fatores de localização mais propriamente ‘qualitativos’, que os modelos tradicionais normalmente não consideram, este modelo amplia a gama de condições de assentamento, propondo critérios oportunos de medição para as mesmas. A flexibilidade caracteriza o MASTERLI: tanto as áreas como as indústrias e como os fatores

de localização não são escolhidos de forma fixa, podendo se adaptar ao variar das condições sócio-econômicas. Novas atividades industriais também podem ser introduzidas.

A operatividade é outra grande característica deste modelo, que surge na tentativa de solucionar problemas práticos, concretos de política industrial, tentando casar um certo rigor formal com a adaptação á realidade. Será esta, diga-se de passagem, a característica fundamental do Modelo Coppe-Cosenza, que veremos a seguir e que justamente do MASTERLI se origina.

Outra característica importante deste modelo é a pro-atividade: ao ter como seu foco não a oferta de fatores locacionais pelas áreas, ou a demanda dos mesmos pelas atividades industriais, mas sim o cruzamento das duas, essa abordagem automaticamente se dispõe para orientar possíveis implementações, tanto nas áreas do território, como nos processos industriais, ambos podendo ser adaptados e implementados em vista da otimização da distribuição das áreas industriais e da produtividade e rentabilidade.

Mas o grande passo dado pelo MASTERLI continua sendo a abordagem ‘qualitativa’: as tentativas precedente se baseiam num indicador sintético ‘quantitativo’ dos objetivos de uma política industrial, como podem ser a ‘renda’ ou a ‘ocupação’.

Privilegiando o aspecto ‘regional’ e a possibilidade de êxito econômico de cada setor ou indústria considerados isoladamente, o modelo não impede uma possível integração deste procedimento com análises e modelos regionais e interregionais. Ele pode ser, pelo contrário, o ponto de partida para avaliações mais estratégicas a nível de política industrial.

Resumindo, portanto, a metodologia do MASTERLI prevê três passos:

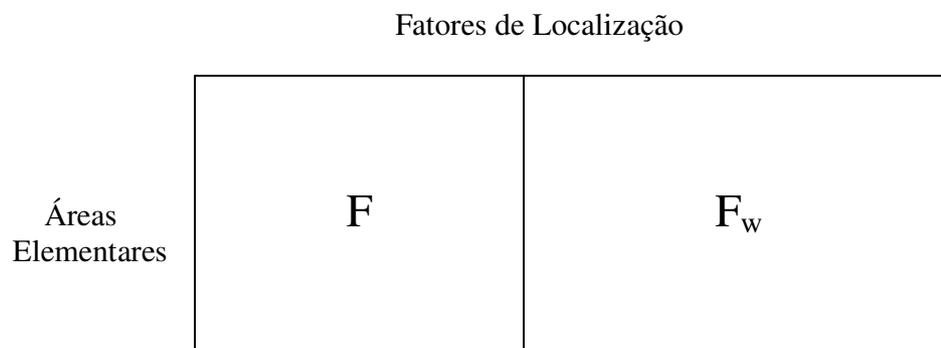
- a. Construção de uma Matriz de Oferta por parte das áreas elementares (áreas elementares/fatores de localização ofertados)
- b. Construção de uma Matriz da Demanda por parte das tipologias e dos projetos industriais (projetos industriais/fatores de localização demandados)
- c. Construção de uma ‘Tipologia cruzada’ (áreas elementares/projetos industriais). Nessa operação se concentra a maior dificuldade, devido à presença de fatores específicos, além de fatores econômicos e à dificuldade de encontrar uma maneira apropriada de comparar demanda e oferta. Em particular a adoção de uma distância euclidiana entre perfil de

demanda e de oferta levaria a penalizar indevidamente situações de superabundância da oferta. Neste caso os autores do modelo adotam uma distância assimétrica.

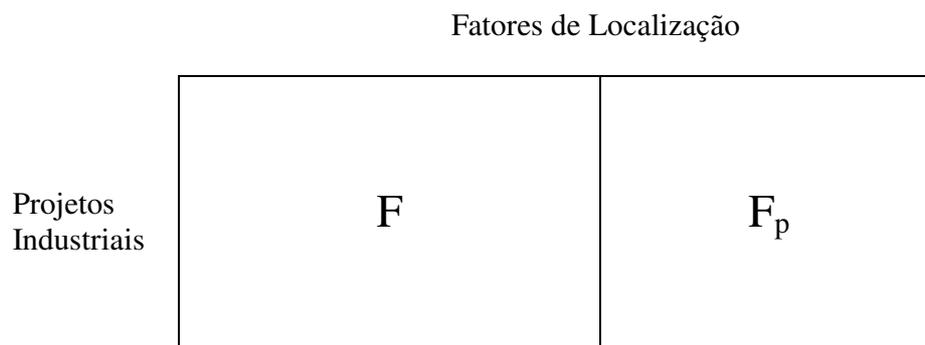
#### 4.4.1.1 Estrutura dos dados

Os dados básicos são contidos em duas matrizes, que integram fontes estatísticas disponíveis com levantamentos diretos.

Matriz A, Áreas elementares/Fatores:  $((V_{ik})) = F + F_v$



Matriz B, Projetos Industriais/Fatores:  $((P_{ik})) = F + F_p$



Sendo:

- F = fatores comuns áreas/projetos
- F<sub>v</sub> = fatores específicos das áreas elementares
- F<sub>p</sub> = fatores específicos dos projeto

Com base nas premissas deste modelo os fatores são medidos numa escala de 4 modalidades e as matrizes são, respectivamente:

Demanda 300/500 x 50/60 fatores

Oferta 200/250 x 50/60 fatores

O modelo escolhido para elaborar estes dados se baseia na utilização da métrica euclidiana e de DAS.

As tipologias simples são contruídas empregando dois programas em sequência: o PRINCA, que reduz a matriz com o método das componentes principais, e o DYC. A tipologia cruzada por sua vez é obtida a partir das classes de áreas elementares e projetos obtidos, como resultante das ditas elaborações.

Neste modelo é possível distinguir três tipos de fatores de localização:

- a. Fatores comuns às áreas e projetos
- b. Fatores específicos das áreas elementares
- c. Fatores específicos dos projetos

Relativamente às tipologias sobre fatores comuns:

Na tipologia simples o PRINCA é aplicado sobre as matrizes ‘áreas elementares/fatores comuns’ e ‘projetos/fatores comuns’ obtendo visualizações das áreas e projetos separadamente, dos fatores comuns respeito aos eixos factoriais, possibilitando uma comparação dos eixos em termos de correlação com os factores F. Finalmente, um índice de qualidade das representações dos diferentes pontos projetados no espaço dos fatores por um exame dos ângulos de projeção.

Na tipologia cruzada se constrói uma matriz de distância entre classes de áreas elementares e projetos. São calculados primeiramente os centros de gravidade para cada grupo de áreas e cada grupo de projetos. O cálculo da distância entre centros de gravidade é feito usando a distância DAS, como na fig.7:

$P_1$  = Conjunto das classes de projetos

$V_1$  = Conjunto das classes de áreas elementares

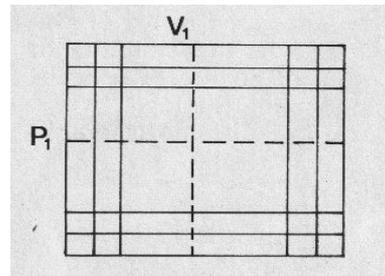


Fig 7 fonte Attanasio et al. 1974

Relativamente às tipologias sobre fatores comuns e específicos:

As tipologias simples são obtidas aplicando em sequência os programas PRINCA e DYC. Isto permite de comparar novos grupos de áreas e projetos que surgem introduzindo os fatores específicos. Também nessa fase é possível controlar o grau de homogeneidade das classes que em seguida serão utilizadas nas tipologias cruzadas.

Na tipologia cruzada se pode construir uma nova matriz de distância entre classes de áreas e projetos obtidos como resultado das tipologias simples. Para isso se calcula os centros de gravidade dos diferentes grupos de áreas e de projetos, centros de gravidades que são calculados só relativamente a fatores comuns às áreas e projetos, usando DAS, como na fig.8:

$P_2$  = conjunto das classes de projetos

$V_2$  = conjunto das classes de áreas elementeres

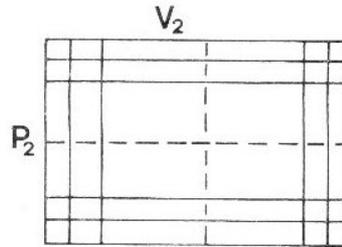


Fig 8 fonte Attanasio et al. 1974

Também há a possibilidade de chegar a uma ulterior tipologia cruzada, como na fig. 9:

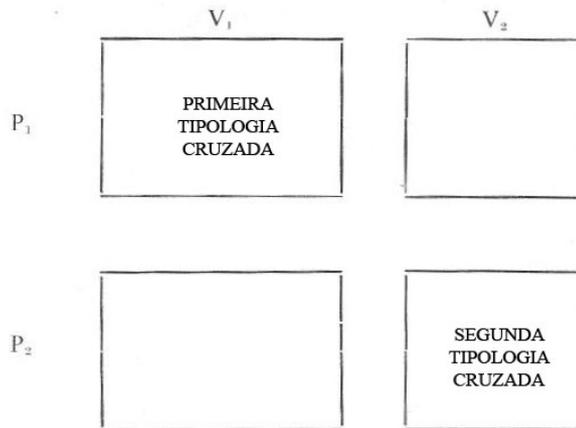


Fig. 9, fonte Attanasio et al. 1974

As informações vindo dessas ultiores tipologias vão somando elementos úteis à tomada de decisão, porque esgotam a gama de possíveis atribuições entre classes de áreas e classes de projetos.

Mesmo não permitindo uma representação simultânea de áreas elementares, projetos e fatores, este modelo permite um uso apropriado da distância e de aproveitar plenamente da informação relativa a todos os tipos de fatores de localização.

## **4.5 Um método de tomada de decisão utilizando multi-critério fuzzy\***

### **4.5.1 Apresentação**

Em rápidas considerações é exposta uma síntese da metodologia de Liang e Wang, publicado em 1991 no periódico International Journal of Production Research.

É exposta uma abordagem sistemática para a seleção de alternativas de localização usando os conceitos da teoria de conjuntos fuzzy e análise de estrutura hierárquica de critérios e alternativas. Este método é muito adequado para a tomada de decisão num ambiente fuzzy., pois incorpora além de critérios objetivos como custo de equipamentos e mão de obra, os demais fatores subjetivos, a exemplo de qualificação da mão de obra, condições climáticas, adequabilidade da infra-estrutura de transporte, etc.

No desenvolvimento do processo de hierarquização, são consideradas as opiniões dos diversos responsáveis pela tomada de decisão, os critérios estabelecidos, com suas respectivas magnitudes de importância e as alternativas apresentadas. Todas essas variáveis são cruzadas entre si, para a seleção.

\*O desenvolvimento amplo e detalhado desta metodologia encontra-se na resenha acadêmica desenvolvida pelos doutorandos da COPPE Márcio Arbex Aarestrup, Saul Eliahú Mizrahi, Telma C. Silva Teixeira

## 4.5.2 O modelo

Liang e Wang utilizam conceitos de análise de estrutura hierárquica do processo decisório com dois níveis, que podem ser assim estabelecidos:

a) Primeiro nível: avaliação da importância fuzzy dos critérios de decisão (i.e. disponibilidade de transporte, condições climáticas, custo de material, etc.). Nesse nível cada responsável pela tomada de decisão indica a ordem de importância dos critérios;

b) Segundo nível: atribuição de graus para várias alternativas de localização em relação a cada critério de decisão. Nesse nível, os critérios são “incorporados” as alternativas disponíveis e “valorados” quanto as mesmas. Essa interação de variáveis é representada na estrutura hierárquica exemplificada pela Figura 11, com três critérios e duas alternativas.

Considerando o diagrama esquemático da Figura 10, supõe-se a existência de um comitê formado por  $n$  pessoas que tomam decisão ( $D_1, D_2, \dots, D_n$ ), aqui intitulados “decisores”, que emprega um ou mais conjuntos de graus para informar suas preferências. Os “decisores” são responsáveis pela avaliação da preferência, conformidade e/ou adequação das  $m$  alternativas ( $A_1, A_2, \dots, A_m$ ), considerando cada um dos  $k$  critérios ( $C_1, C_2, \dots, C_k$ ) e seus respectivos graus de importância. Sendo:

$S_{ij}$ : grau atribuído para a alternativa  $A_i$  pelo Decisor  $D_j$  para o Critério  $C_t$ .

$W_{tj}$ : peso dado para o critério  $C_t$  pelo Decisor  $D_j$ .

No processo de escolha, deve-se inicialmente agregar os graus  $S_{ij}$  dos  $n$  decisores para cada alternativa  $A_i$  em face de cada critério  $C_t$  para formar os graus  $S_{it}$ . Cada agregado  $S_{it}$ , pode adicionalmente ser ponderado por um peso  $W_t$  de acordo com a importância relativa do critério estabelecido. Então, a classificação final  $F_i$  da alternativa  $A_i$  pode ser obtida pela agregação  $S_{it}$  e  $W_t$  para todos os critérios de seleção  $C_t$ , tal que  $t = 1, 2, \dots, k$ ; a possibilidade de inserção de um ponderador, permite a classificação de critérios em níveis distintos de importância de característica fuzzy que não devem ser confundidos com uma classificação crisp. Finalizando o processo devem ser ordenados os graus finais  $F_i$ , tal que  $i = 1, 2, \dots, m$  para obter a alternativa mais conveniente.

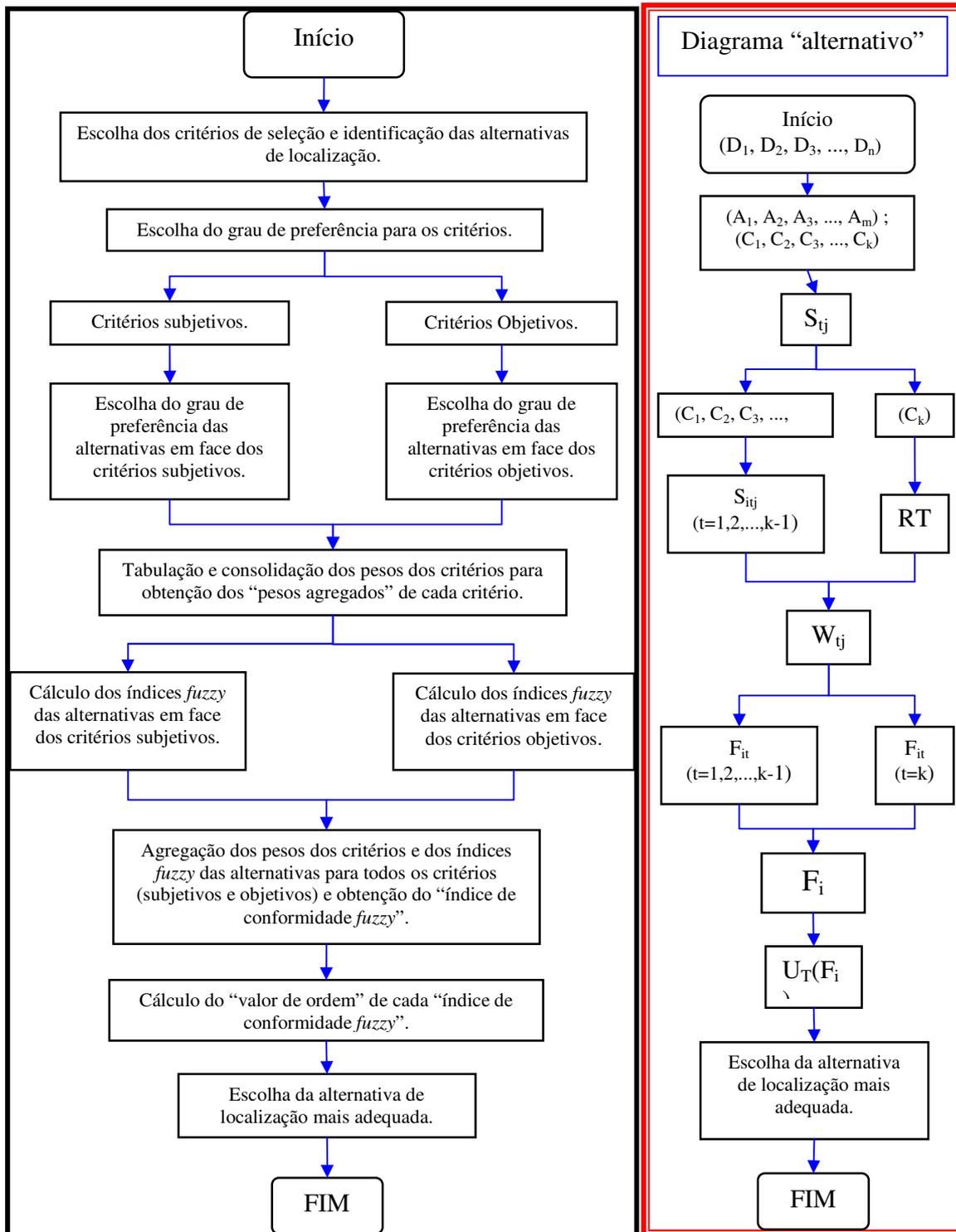


Fig. 10 Diagrama esquemático para seleção de localização

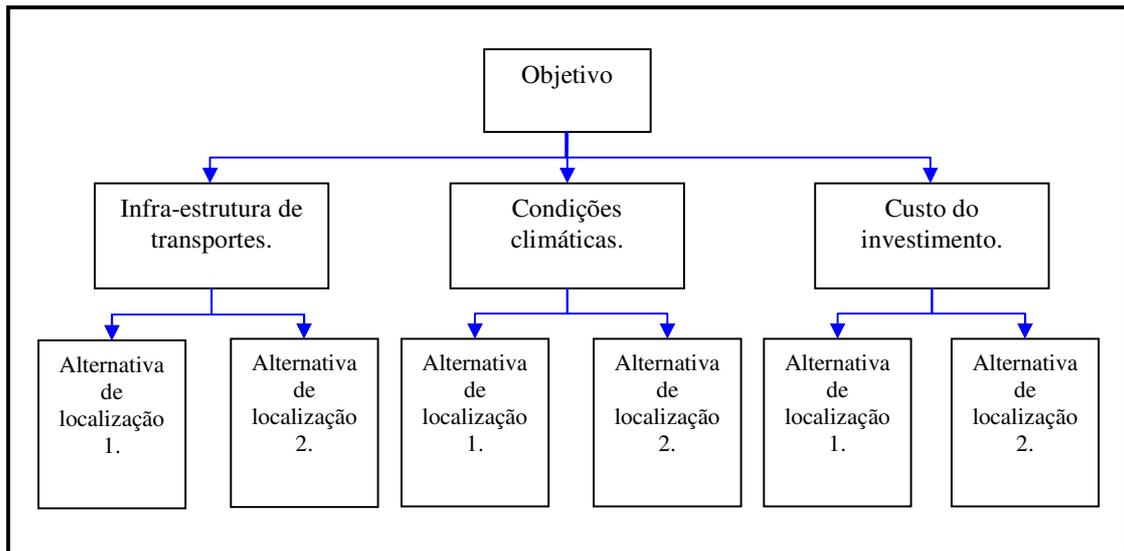


Fig.11 Estrutura hierárquica com três critérios e duas alternativas

### 4.5.3 Critério de seleção

No processo de avaliação para localização, o conjunto de fatores a ser considerado está intrinsecamente relacionado com os objetivos e dimensões da planta; assim, a sua identificação requer conhecimentos específicos do projeto. Contudo, é permitida uma classificação geral em duas categorias de critérios:

- a) Subjetivos: em geral definidos com base em variáveis lingüísticas;
- b) Objetivos: aqueles que podem ser avaliados em termos monetários, a exemplo de custo de mão de obra, custo das instalações, custo de transporte de matéria-prima, etc.

### 4.5.4 Escolha de um sistema de graus de preferência

A classificação dos “graus de preferência” pode ser feita com base em elementos fuzzy ou em valores para variáveis lingüísticas. A escolha toma como referência as necessidades específicas do projeto, podendo ser utilizados ambos os métodos. O nível de

importância de cada critério pode ser obtido pela atribuição direta de pesos, ou indiretamente por análise comparativa entre os pesos.

No artigo, Liang e Wang sugerem uma escala de pesos (W), baseada em variáveis lingüísticas, que deve ser utilizada por cada “decisor” para classificação dos critérios. Define-se assim um conjunto de “valores lingüísticos” que avaliam a importância de cada critério em relação ao projeto, classificando-o como: Very Low (VL), Low (L), Medium (M), High (H), Very High (VH).

Esses critérios são também avaliados em face de cada alternativa (Figura 05), utilizando o conjunto S de valores lingüísticos ou “escala de graus de importância” que pode ser definido como:

$$S = \{VP, B.VP\&P, P, B.P\&F, F, B.F\&G, G, B.G\&VG, VG\}$$

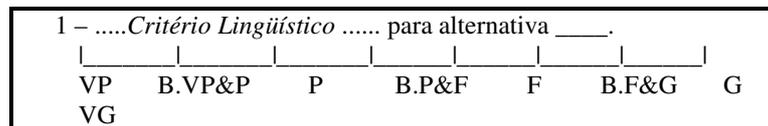


Fig. 12 Exemplo de escala de “graus de importância” para os valores lingüísticos

De forma a garantir a compatibilidade entre critérios objetivos (não-fuzzy) e critérios subjetivos (fuzzy), expressos respectivamente em valores monetários e graus lingüísticos de importância, o custo total fuzzy (ou não-fuzzy) deve ser convertido em índices adimensionais.

A alternativa com o mínimo custo teria o máximo grau. Baseado no princípio apresentado anteriormente,  $T_i$ , tal que  $i = 1, 2, \dots, m$ , denota o custo total fuzzy (ou não-fuzzy) da alternativa  $i$ , que para ser compatibilizado é expresso com base em grau de preferência da alternativa, definido como:

$$RT = \{T_i \otimes [T_1^{-1} \oplus T_2^{-1} \oplus \dots \oplus T_m^{-1}]\}^{-1} \quad (2)$$

#### 4.5.5 Agregação das avaliações fuzzy dos decisores e cálculo da pontuação final

A agregação das avaliações dos “decisores” pode ser feita através de média, máximos, mínimos ou mesmo operadores combinados. No trabalho em análise, os autores optam pelo método mais usual, a média.

Assim, considerando:

$$S_{ij} = (q_{ij}, o_{ij}, p_{ij}, r_{ij})$$

Grau de importância dos critérios subjetivos

sendo,  $i=1,2,\dots,m$   
 $t=1,2,\dots,k-1$   
 $j=1,2,\dots,n$

Alternativas  
 Critérios subjetivos  
 Decisores

$$W_{ij} = (c_{ij}, a_{ij}, b_{ij}, d_{ij})$$

Peso dos critérios para cada decisor

sendo,  $t=1,2,\dots,k$   
 (k-1): critérios subjetivos  
 (k): critério objetivo

Define-se:

$$S_t = \begin{cases} (1/n) \otimes (S_{t1} \oplus S_{t2} \oplus \dots \oplus S_{tn}) & i=1,2,\dots,m; \\ & t=1,2,\dots,k-1 \\ (q_{ik}, o_{ik}, p_{ik}, r_{ik}), & i=1,2,\dots,m; t=k \end{cases} \quad (3)$$

$$W_t = (1/n) \otimes (W_{t1} \oplus W_{t2} \oplus \dots \oplus W_{tn}) \quad t = 1,2,\dots,n \quad (4)$$

Sit é a média das “notas” atribuídas pelos “decisores” para a alternativa i, do critério subjetivo t, sendo  $t = 1, 2, \dots, k-1$ ; Sik é a média das “notas” atribuídas pelos “decisores” para a alternativa i, do critério objetivo k. Assim, são construídas duas “matrizes”, S e W, cujos elementos (q, o, p, r) e (c, a, b, d) representam respectivamente médias de “rankings” de critérios para cada alternativa e média de pesos atribuídos a cada critério.

S e W são agregados pela média considerando todos os critérios estabelecidos (objetivos e subjetivos) para obtenção do “índice de conformidade fuzzy” Fi que pode ser descrito como:

$$F_i = (1/k) \otimes [(S_{i1} \otimes W_{i1}) \oplus (S_{i2} \otimes W_{i2}) \oplus \dots \oplus (S_{ik} \otimes W_{ik})] \quad (5)$$

Pelo princípio da extensão, F é um número *fuzzy* cuja função de pertinência é:

$$f_{F_i}(x) = \begin{cases} -H_{i1} + [H_{i1}^2 + (x - Y_i)/T_{i1}]^{1/2} & Y_i \leq x \leq Q_i \\ 1 & Q_i \leq x \leq R_i \\ H_{i2} - [H_{i2}^2 + (x - Z_i)/U_{i1}]^{1/2} & R_i \leq x \leq Z_i \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad \text{para } i = 1,2,\dots,m \quad (6)$$

$$T_{i1} = \sum_{t=1}^k (o_{it} - q_{it})(a_t - c_t)/k$$

$$T_{i2} = \sum_{t=1}^k [q_{it}(a_t - c_t) + c_t(o_{it} - q_{it})]/k$$

$$U_{i1} = \sum_{t=1}^k (r_{it} - p_{it})(d_t - b_t)/k$$

$$U_{i2} = \sum_{t=1}^k [d_t(p_{it} - r_{it}) + r_{it}(b_t - d_t)]/k$$

$$H_{i1} = T_{i2}/(2T_{i1})$$

$$H_{i2} = -U_{i2}/(2U_{i1})$$

$$Y_i = \sum_{t=1}^k q_{it}c_t/k$$

$$Q_i = \sum_{t=1}^k o_{it}a_t/k$$

$$R_i = \sum_{t=1}^k p_{it}b_t/k$$

$$Z_i = \sum_{t=1}^k r_{it}d_t/k$$

$F_i = (Y_i, Q_i, R_i, Z_i; H_{i1}, T_{i1}; H_{i2}, U_{i2})$ , com  $i$  variando de 1 a  $m$ .

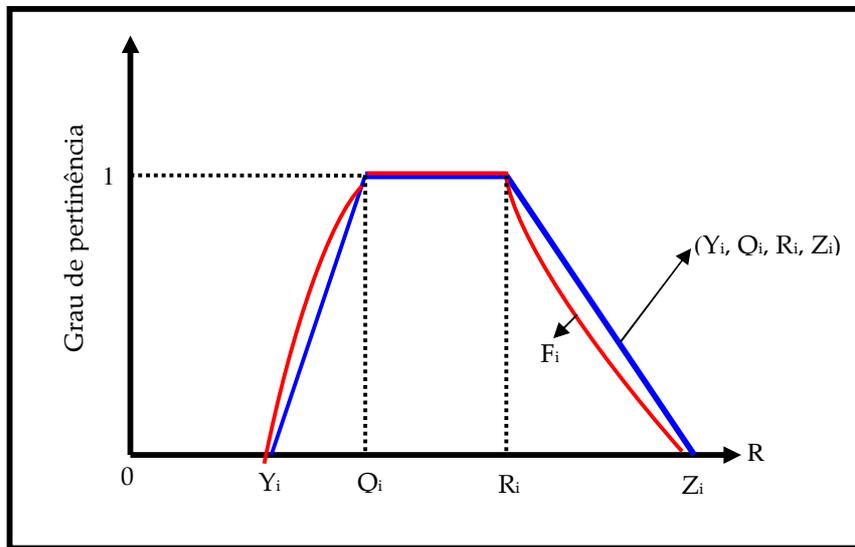


Fig. 13 Função de pertinência do número *fuzzy* trapezoidal  $(Y_i, Q_i, R_i, Z_i)$  e do número *fuzzy*  $F_i$ .

Contudo, para simplificação, pode ser utilizada uma aproximação, sendo,

$$F_i \cong (Y_i, Q_i, R_i, Z_i)$$

Assumindo assim o formato trapezoidal que coincide com o número fuzzy  $F_i$  nos intervalos:

$$(-\infty, Y_i], [Y_i, Q_i], [Q_i, R_i], [R_i, Z_i], [Z_i, \infty)$$

#### 4.5.6 Hierarquia dos índices locais

Obtidos os “índices de conformidade fuzzy”, o processo tem sequência com a hierarquização das alternativas de localização. No artigo, Liang e Wang adotam o método proposto por CHEN (1985) para a hierarquização.

##### Cojunto de maximização e minimização

A partir de  $F_i$  (“índice de conformidade fuzzy”) com  $i = 1, 2, \dots, m$ , define-se o Conjunto de máximos (M) e o Conjunto de Mínimos (G) como:

$$M = \{(x, f_M(x)) \mid x \in \mathfrak{R}\}$$

$$f_M(x) = \begin{cases} [(x - x_{\min}) / (x_{\max} - x_{\min})]^k & x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$G = \{(x, f_G(x)) \mid x \in \mathfrak{R}\}$$

$$f_G(x) = \begin{cases} [(x - x_{\max}) / (x_{\min} - x_{\max})]^k & x_{\min} \leq x \leq x_{\max} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

O valor de  $k$  é adequado com base nas preferências apresentadas pelo “decisores”, sendo sempre positivo ( $k > 0$ ). Com base em  $K$  pode-se determinar a concavidade, convexidade ou linearidade dos conjuntos de maximização e minimização (respectivamente,  $0 < k < 1$ ;  $k > 1$  e  $k = 1$ ). No trabalho apresentado por Liang e Wang, assume-se a linearidade, logo  $k = 1$ .

##### Hierarquizar os índices de pertinência fuzzy

A hierarquização dos “índices de conformidade fuzzy” é necessária para seleção da melhor opção de alocação. Ainda tomando como base a proposta de Chen (1985), admitem-se as seguintes funções de utilidade:

$$\text{Right utility: } U_M(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_M(x)) \quad (7)$$

$$\text{Left utility: } U_G(F_i) = \sup_x (f_{F_i}(x) \wedge f_G(x)) \quad (8)$$

Que define o valor de  $U_T(F_i)$ , com  $F_i = (Y_i, Q_i, R_i, Z_i; H_{i1}, T_{i1}; H_{i2}, U_{i1})$ , para cada função de pertinência dada pela equação (6):

$$U_T(F_i) = [U_M(F_i) + 1 - U_G(F_i)]/2 \quad (9)$$

Substituindo as equações (6), (7) e (8) na equação (9), obtêm-se:

$$U_T(F_i) = \left[ H_{i2} - \left( H_{i2}^2 + (x_R - Z_i)/U_{i1} \right)^{1/2} + 1 + H_{i1} - \left( H_{i1}^2 + (x_L - Y_i)/T_{i1} \right)^{1/2} \right] / 2 \quad (10)$$

Onde:

$$x_R = \left\{ 2x_1 + 2H_{i2}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{U_{i1}} - (x_2 - x_1) \left[ \left( 2H_{i2} + \frac{(x_2 - x_1)}{U_{i1}} \right)^2 + \frac{4(x_1 - Z_i)}{U_{i1}} \right]^{1/2} \right\} / 2$$

e,

$$x_L = \left\{ 2x_2 + 2H_{i1}(x_2 - x_1) + \frac{(x_2 - x_1)^2}{T_{i1}} - (x_2 - x_1) \left[ \left( 2H_{i1} + \frac{(x_2 - x_1)}{T_{i1}} \right)^2 + \frac{4(x_2 - Y_i)}{T_{i1}} \right]^{1/2} \right\} / 2$$

Novamente, para simplificação, admite-se uma função trapezoidal do número fuzzy  $(Y_i, Q_i, R_i, Z_i)$ , cuja equação é:

$$U_T(F_i) \cong \left[ \frac{(Z_i - x_i)}{((x_2 - x_1) - (R_i - Z_i))} + 1 - \frac{(x_2 - Y_i)}{((x_2 - x_1) + (Q_i - Y_i))} \right] / 2 \quad (11)$$

Supondo  $F_i$  e  $F_j$  os “índices de conformidade fuzzy” para as alternativas  $i$  e  $j$ , define-se:

---


$$F_i > F_j$$

se e somente se

$$U_T(F_i) > U_T(F_j) \text{ ou } U_T(F_i) = U_T(F_j), \text{ mas } (Q_i + R_i) > (Q_j + R_j)$$


---

$$F_i = F_j$$

se e somente se

$$U_T(F_i) = U_T(F_j) \text{ e } (Q_i + R_i) = (Q_j + R_j)$$


---

Através do método apresentado, torna-se possível a hierarquização dos “índices de conformidade fuzzy” que permite uma melhor tomada de decisões quanto a localização industrial.

## 5. Metodologia da pesquisa: o Modelo Coppe-Cosenza

### 5.2 introdução

O modelo proposto introduz as noções básicas para avaliação de alternativas locacionais usando conjuntos fuzzy. O primeiro passo é confrontar as situações de demanda industrial e as de oferta territorial de fatores gerais (basicamente infra-estrutura).

Sejam  $A = (a_{ij})_{h \times n}$  e  $B = (b_{jk})_{n \times m}$  matrizes que representam, respectivamente, a demanda industrial de  $h$  tipos de empresas relativamente a  $n$  fatores de localização e a oferta de fatores representada por  $m$  alternativas locacionais.

Seja  $F = \{f_i | 1, \dots, n\}$  um conjunto finito de fatores gerais de localização denotado genericamente por  $f$ . Então, o conjunto fuzzy  $\tilde{A}$  em  $f$  é um conjunto de pares ordenados

$$\tilde{A} = \{(f, \mu_{\tilde{A}}(f)) | f \in F\}$$

$\tilde{A}$  é representação fuzzy da matriz de demanda  $A$  onde  $\mu_{\tilde{A}}(f)$  é representa o grau de importância dos fatores:

Critico - Condicionante - Pouco Condicionante – Irrelevante

De forma análoga, seja  $\tilde{B} = \{(f, \mu_{\tilde{B}}(f)) | f \in F\}$  onde  $\tilde{B}$  é a representação fuzzy da matriz de oferta  $B$ , onde  $\mu_{\tilde{B}}(f)$  representada o grau de atendimento dos fatores ofertados pelas diversas alternativas de localização:

Superior - Bom - Regular – Fraco

A matriz  $A$  é uma matriz de requerimento, significando que o conjunto  $\tilde{A}$  não possui os fatores, apenas explicita os  $f_i$ 's desejados, pertencentes apenas ao conjunto  $\tilde{B}$ , definindo os seus contornos: escalas, níveis de qualidade, disponibilidade e regularidade de atendimento etc.

A matriz B, que contém os  $f_i$ 's atende A por aproximação. O  $f_1$  do conjunto  $\tilde{A}$  não é necessariamente igual ao  $f_1$  disponível em  $\tilde{B}$ . Escolhida uma alternativa,  $\tilde{A}$  assume os valores dos elementos contidos B.

Seja  $\tilde{A} = \{a_i/i=1, \dots, m\}$  o conjunto de demandas dos diferentes tipos de projetos por fatores gerais, ou comuns:

Tab. 9  
Matriz A Demanda de Fatores por Projetos

	$f_1$ $w_1$	$f_2$ $w_2$	$f_j$ $w_j$	$f_n$ $w_n$
$A_1$	$a_{11}$	$a_{12}$	$a_{1j}$	$a_{1n}$
$A_2$	$a_{21}$	$a_{22}$	$a_{2j}$	$a_{2n}$
....	....	....	....	....
$A_i$	$a_{i1}$	$a_{i2}$	$a_{ij}$	$a_{in}$
$A_m$	$a_{m1}$	$a_{m2}$	$a_{mj}$	$a_{mn}$

$A_1, A_2, \dots, A_m$  : conjunto de demanda dos projetos;

$f_1, f_2, \dots, f_n$ : conjunto de fatores;

$w_1, w_2, \dots, w_n$  : importância associada aos fatores.

$a_{ij}$ : Coeficiente fuzzy do projeto  $i$  com relação ao fator  $j$  (grau de importância do fator para o projeto).

Considerando  $B = \{b_k \mid k=1, \dots, m\}$  o conjunto de alternativas locais onde está contido  $F = \{f_k \mid k=1, \dots, n\}$ , conjunto de fatores comuns a vários projetos ou empresas.

$a_{ij}$ : coeficiente fuzzy do projeto  $i$  com relação ao fator  $j$ .

Tabela 10  
Matriz B Oferta de fatores pelas Alternativas Locacionais

		Alternativas			
		$B_1$	$B_2$	$B_k$	$B_m$
$f_1$	$w_1$	$b_{11}$	$b_{12}$	$b_{1k}$	$b_{1m}$
$f_2$	$w_2$	$b_{21}$	$b_{22}$	$b_{2k}$	$b_{2m}$
....		....	....	....	....
$f_j$	$w_j$	$b_{j1}$	$b_{j2}$	$b_{jk}$	$b_{jm}$
$f_n$	$w_n$	$b_{n1}$	$b_{n2}$	$b_{nk}$	$b_{nm}$

onde,  $B_1, B_2, \dots, B_m$  : conjunto de alternativas locais;

$f_1, f_2, \dots, f_n$ : conjunto de fatores ofertados por B;

$w_1, w_2, \dots, w_n$  : nível de oferta dos fatores (capacidade de atendimento aos requerimentos dos projetos)

$b_{jk}$  : coeficiente fuzzy de alternativa k, com relação ao fator j.

### 5.3 Operações de matrizes: modelo básico

Seja  $C = A \otimes B = (c_{ik})_{h \times m}$  a matriz representativa das possibilidades de localizações da empresa i na área k de planificação, tal que  $\max_k \{c_{ik}\} = \bar{c}_i$  indica a melhor localização do tipo de projeto i e o  $\max_i \{c_{ik}\} = \bar{c}_k$  indica o melhor tipo de projeto para a área alternativa k.

Para contornar o problema clássico da distancia assimétrica (DAS), que não possui uma hierarquização rigorosa, e aumentar a precisão do modelo, para os dois elementos genéricos  $a_{ij}$  e  $b_{jk}$  o produto  $a_{ij} \otimes b_{jk} = c_{ik}$  é executado através da seguinte matriz básica:

Oferta de Fatores (S)

	$a_{ij} \otimes$	0	.	.	.	1
	$b_{jk}$					
Demanda	0	$0^+$	.	.	.	$0^{++}$
por	.		1			
Fatores	.			1		
(d)	.				1	
	1	0	.	.	.	1

Onde,  $c_{ik}$  é o coeficiente fuzzy da alternativa k com relação ao projeto i e,  $0^+ = 1/n!$  e  $0^{++} = 1/n$  (onde, n = número de fatores considerados), são as quantidades limites e definidos como ínfimos e pequenos valores ( $>0$ ). Na realidade há um infinito número de valores  $c_{ik}$  no intervalo  $[0, 1]$ .

Quando  $a_{ij} > b_{jk}$ , nas matrizes rigorosas o coeficiente fuzzy é zero, quando não há demanda por um determinado fator mas há oferta, os valores fuzzy são superiores a 1 (veja mais a frente as regras operacionais).

As operações  $O_d \otimes O_s \neq 0$  e  $O_D \otimes I_s \neq 0$  obedecem aos pressupostos do modelo voltados para a hierarquização das alternativas, não permitindo penalizar uma área que não disponha de um fator não demandado, ou aquela que dispõe de mais fatores que os solicitados, explicitando sua riqueza adicional, podendo atender a outras solicitações e capaz de gerar economias externas.

Para os modelos clássicos, como os da SOMEA, os  $n$  fatores considerados para as diversas aplicações são os de maior frequência e de elevado grau de suporte:

- a) elementos vinculados ao ciclo de produção;
- b) elementos relativos ao transporte;
- c) serviços de interesse industrial;
- d) comunicações
- e) integração industrial
- f) disponibilidade de mão de obra;
- g) energia elétrica (regularidade de suprimentos);
- h) água (disponibilidade e regularidade de suprimentos);
- i) condições sanitárias;
- j) condições gerais de vida para a população;
- k) elementos do clima e características do solo;
- l) outras restrições e facilidades relativas à implantação de projetos.

No intervalo  $[0, 1]$  são incluídos os valores de suporte de A e B, inicialmente identificados como variáveis lingüísticas, como se explicita na tabela abaixo:

Tabela 11

FATORES	$b_{jk}$ Graus para as alternativas $k_i$			$a_{ij}$ importância para o projeto
	<b>B<sub>1</sub></b>	<b>B<sub>2</sub></b>	<b>B<sub>3</sub></b>	
<b>f<sub>1</sub></b>	Fraco	Fraco	Superior	Condicionante
<b>f<sub>2</sub></b>	Fraco	Superior	Bom	Critico
<b>f<sub>3</sub></b>	Bom	Superior	Bom	Critico
<b>f<sub>4</sub></b>	Fraco	Superior	Bom	Pouco Condicionante
<b>f<sub>5</sub></b>	Regular	Fraco	Fraco	Irrelevante
<b>f<sub>6</sub></b>	Superior	Superior	Superior	Condicionante
<b>f<sub>7</sub></b>	Bom	Bom	Bom	Critico

$a_{ij}$  : coeficiente fuzzy do grau de importância do fator  $j$  com relação ao projeto  $i$  e;

$b_{jk}$  : coeficiente fuzzy que resulta do nível do fator disponível na área  $k$ ;

Os valores de suporte têm suas representatividades em pertinências dadas por um modificador clássico,  $\mu_{\tilde{a}\tilde{b}}(x) = [(\text{sup}(x))]^{1/2}$  que aproxima os valores superiores, crucial e condicionante e/ou superior e bom, face a dificuldade dos “experts” de distinguirem as suas reais distancias. Facilita-se a aproximação através de um  $\alpha$ -cut 0,8 para compensar desvios que normalmente ocorrem no dimensionamento dos fatores gerais, normalizando-se dentro da estrutura modelar.

Considerando que os softwares existentes, que são de grande importância acadêmica mas de limitada aplicação prática, os operadores são criados em função de cada realidade e a magnitude de sua complexidade.

## 5.4 Regras operacionais

Os operadores mais usados em projetos e pesquisas da COPPE, para hierarquizar alternativas em diversos ambientes são os que abaixo se explicitam:

$$i). \quad \tilde{c}_{ik} = \left\{ 0, 1, \frac{\mu_b(x) - 1}{n} \right\}$$

$$ii). \quad \tilde{c}_{ik} = \left\{ \mu_{\tilde{b}}(x), 1, \frac{\mu_{\tilde{b}}(x) - 1}{n} \right\}$$

iii).

$\tilde{c}_{ik}$

$a_{ij} \otimes b_{jk}$	A	B	C	D
A	1	0	0	0
B	$1+1/n$	1	0	0
C	$1+2/n$	$1+1/n$	1	0
D	$1+3/n$	$1+2/n$	$1+1/n$	1

iv).

$\tilde{c}_{ik}$

Oferta de Fatores (S)

$a_{ij} \otimes b_{jk}$	0	$\mu_{\tilde{B}_i}(x)$	1
0	$0^+$	.	$0^{++}$
.	1	$1 - [\mu_{\tilde{B}}(x) - \tilde{A}(x)]$	
$\mu_{\tilde{A}_i}(x)$		1	
.	$1 - [\mu_{\tilde{B}}(x) - \tilde{A}(x)]$	1	
1	0	.	1

Demanda  
por  
Fatores  
(d)

v). Matriz de relações de pertinência

$\tilde{c}_{ik}$

	0	$\mu_{B_1}(x)$	$\mu_{B_2}(x)$	$\mu_{B_3}(x)$	$\mu_{B_4}(x)$
0	$1/n!$	$1/(n-1)$	$1/(n-2)$	$1/(n-3)$	$1/n$
$\mu_{A_1}(x)$	0	1	$1 + \mu_{B_1}(x)/n$	$1 + \mu_{B_2}(x)/n$	$1 + \mu_{B_3}(x)/n$
$\mu_{A_2}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_2}(x)$	1	$1 + \mu_{B_1}(x)/n$	$1 + \mu_{B_2}(x)/n$
$\mu_{A_3}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_3}(x)$	$\mu_{B_2}(x)/\mu_{A_3}(x)$	1	$1 + \mu_{B_1}(x)/n$
$\mu_{A_4}(x)$	0	$\mu_{B_1}(x)/\mu_{A_4}(x)$	$\mu_{B_2}(x)/\mu_{A_4}(x)$	$\mu_{B_3}(x)/\mu_{A_4}(x)$	1

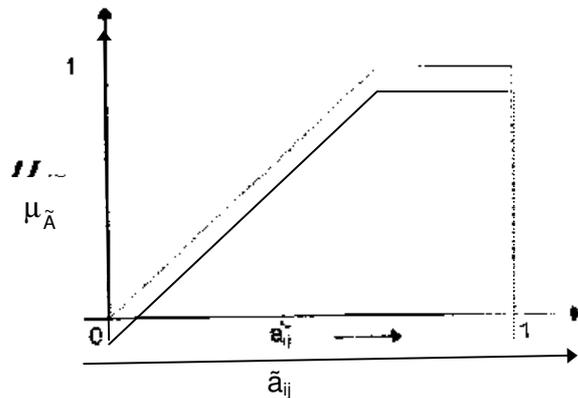
Operadores intermediários obedecem as regras estabelecidas para o “Princípio de Extensão e Composição de Relações Fuzzy”.

- Espaços Matemáticos

Estabelecem-se as funções de pertinência'

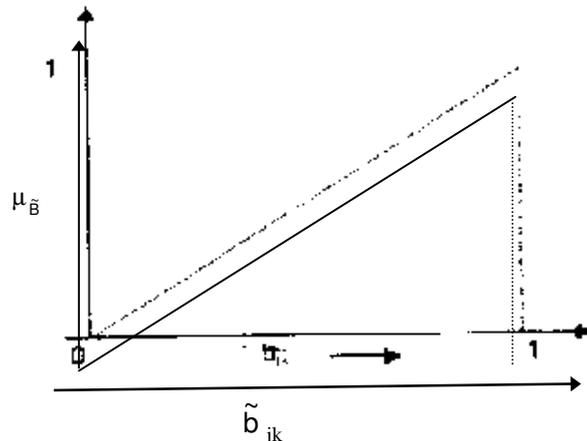
$\mu_{\tilde{A}}(x)$  for

- Crítico
- Condicionante
- Pouco condicionante
- irrelevante



$\mu_{\tilde{B}}(x)$  para

- Superior
- Bom
- Regular
- Fraco



- Fatores Específicos – Operação “Crisp”.

Seja  $\bar{A}^* = (\bar{a}^*_{ij})_{m \times n}$ , a matriz de demanda industrial de  $m$  tipos de indústrias relativa a  $n$ , fatores específicos de localização.

Para a finalidade da matriz  $A^*$  todos os fatores nela contidos são considerados críticos e, para atividades voltadas para as matérias-primas, ou recursos naturais. Tal identificação pode ser obtida por indicadores do tipo:

1. Relação peso produto/peso matéria-prima;
2. Matérias-primas perecíveis;
3. Relação frete fatores/frete produtos;
4. Relação frete fatores/custos dos fatores;
5. Elementos do clima e tipos de solos, etc.

Seja  $\tilde{A}^* = \{f, \mu_{\tilde{A}^*}(f) \in F\}$  a representação fuzzy da matriz  $A^*$ .

Seja  $B^* = [bij]_{n' \times m}$  a matriz de oferta territorial de  $n'$  fatores específicos de localização dos  $i$  tipos de empresas voltadas para recursos específicos ou para uma outra condicionante específica qualquer.

Então ,

$$C^* = \tilde{A} \otimes \tilde{B} = [\tilde{c}^*_{ik}]_{h \times m}$$

onde  $\tilde{c}^*_{ik}$  = coeficiente fuzzy

Seja  $\Gamma = [\gamma_{ik}]_{m \times q} = c \oplus c^*$ , a agregação dos coeficientes (operação gama). Para as atividades voltadas para recursos específicos críticos, a operação gama é executada pela seguinte regra operacional:

		$\gamma_{ik}$	
		$c_{ik}$	$c^*_{ik}$
$c^*_{ik}$	$c_{ik}$	$>0$	$0$
$0$		$0$	$0$
	$>0$	$c_{ik} + c^*_{ik}$	$c^*_{ik}$

A matriz  $\lambda = [\lambda_{ij}]_{m \times n \Sigma}$  resulta de  $A_{m \times n} \cup A^*_{m \times n'}$ , que define o perfil da demanda para efeito de localização. Onde,

$$n_{\Sigma} = n + n'$$

Seja  $\varepsilon = (\varepsilon_{il})_{h \times h}$  a matriz diagonal, tal que  $\varepsilon_{il} = \begin{cases} 0, & \text{se } i \neq l \\ \frac{1}{\sum_{j=1}^{n_{\Sigma}} a_{ij}}, & \text{se } i = l \end{cases}$

Defina-se, ainda,  $\Delta = [\varepsilon \times \sum_{j=1}^{n_{\Sigma}} b_{jk}] = [\delta_{ik}]$  como a matriz representativa das

possibilidades de localização dos  $h$  tipos de empresas nas  $m$  alternativas, agora representados por índices em relação aos fatores de localização demandados. Ou seja, cada elemento  $\delta_{ik}$  da matriz  $\Delta$  representa localizações, hierarquizando as regiões por projetos.

- $\delta_{ik} = 1$  a área  $k$  atende a demanda no nível requerido

- $\delta_{ik} < 1$  significa que pelo menos um fator demandando não foi atendido
- $\delta_{ik} > 1$  a área k oferece mais condições do que as demandas.

Uma versão crisp deste modelo é utilizada para a comparação com um modelo fuzzy na localização de um posto fluviométrico.

## **6. Fatores relevantes e construção da Matriz de Demanda**

Os insumos industriais e as características do processo de produção levam aos seguintes fatores como sendo considerados, em maior ou menor medida, relevantes para o êxito desta atividade:

- f1 Proximidade aos Rebanhos/Frigoríficos**
- f2 Proximidade aos Curtumes de Ribeira e Wet-Blue**
- f3 Disponibilidade de Água**
- f4 Disponibilidade de Energia elétrica**
- f5 Infra-estrutura Sanitária**
- f6 Infra-estrutura de Transporte**
- f7 Disponibilidade de mão de obra comum e especializada**
- f8 Proximidade aos clientes finais ou exportadores**
- f9 Incentivos Fiscais em vigor**

Avaliamos brevemente cada fator em relação a seu envolvimento no processo produtivo em questão.

### **6.2 Proximidade aos rebanhos/frigoríficos**

O insumo básico de um curtume que aborda as primeiras fases do processo industrial, da Ribeira até o Wet-Blue, são as peles bovinas retiradas dos animais abatidos. Quando o tempo entre a retirada da pele no abatedouro e a chegada até o curtume é inferior às 12 horas, a matéria prima chegará na forma de ‘pele verde’, a dizer sem precisão de nenhum tratamento. Em caso de lapsos maiores, as peles precisarão de tratamentos para conservação, ou ‘cura’, através de salgamento, resfriamento e/ou tratamentos por inseticidas e biocidas. No caso das peles chegarem salgadas, por causa do tempo e da distância do curtume do abatedouro, será precisa mão de obra para o batimento para retirar o sal, feito por operários ou máquinas (fulões gradeados). No caso do tratamento com

inseticidas e biocidas são necessários banhos específicos antes da primeira operação de ribeira (o descarte, ver fig.1). Em ambos os casos fica clara a vantagem de uma proximidade ao centro de abate dos animais e/ou de primeira conservação ou processamento das carnes, que permite a chegada das peles sem nenhum tratamento de conservação e é um fator relevante que afeta os custos do principal insumo.

### **6.3 Proximidade aos curtumes de ribeira e ‘Wet –Blue’**

Pelas mesmas razões apresentadas no ponto 6.2, no caso dos curtumes de semi-acabamento ou acabamento, cujo insumo é o couro curtido ‘Wet-Blue’, a proximidade que se torna relevante é naturalmente aquela com os curtumes que realizam estas fases anteriores e fornecem a eles a matéria prima com ou sem precisão de tratamentos de conservação. Os custos de transporte reduzidos também são acarretados por este fator.

### **6.4 Disponibilidade de água**

O volume de água utilizado mediamente por um curtume depende de sua tipologia, já que o emprego da água se concentra nas fase iniciais do tratamento (Ribeira e Acabamento molhado), mas é, de uma forma geral, relevante em todos os casos. Estima-se um consumo médio do setor brasileiro na ordem de 25/30 m<sup>3</sup> /ton de pele salgada, com picos de até 40 m<sup>3</sup> /ton de pele salgada. Ajustes no uso da água realizados em áreas de longa tradição na curtição do couro, no nordeste da Itália, indicam que uma otimização no uso deste recurso poderia levar até a 15 m<sup>3</sup>/ton de pele salgada,, que mesmo assim é uma quantidade considerável. Para se ter uma noção intuitiva da pressão que pode ser exercida sobre os mananciais hídricos, considere-se que um curtume integrado de médio porte, que processe 3000 peles de tamanho médio por dia, pode consumir em média 1900 m<sup>3</sup> de água diários, o equivalente ao consumo diário de uma população de 10.500 habitantes (consumo médio diário per capita de 180 l).

Coloca-se assim por si só a importância deste fator na localização de um curtume.

## 6.5 Disponibilidade de energia elétrica

Existe uma amplitude na faixa de variação do consumo de energia elétrica por um curtume, que vai de 2600 até 11.700 KW/h. Isto vai de acordo com os processos operados pelos diferentes tipos de curtume, como também em decorrência de seu tamanho. Energia elétrica é usada para acionamento de motores e máquinas, como os fulões, e pela demanda geral dos equipamentos e da iluminação. As plantas de tratamento dos efluentes industriais também consomem bastante energia, por usarem geralmente processos aeróbios. Energia térmica é necessária para aquecer a água nos banhos de processos, para secagem dos couros e o aquecimento das máquinas. Na tabela 13 a seguir um levantamento feito a partir de diferentes tipologias de curtumes, que avalia detalhadamente os consumos de energia elétrica dos diferentes tipos de curtume:

Tabela 12

Curtume	1 Tipo	Consumo de Energia				
		Elétrica <sup>2</sup> MW/h	Térmica <sup>3</sup> MW/h	Total MW/h	Elétrica Total %	Térmica Total %
1	A	118,34	416,53	534,87	22,12	77,88
2	B	122,87	941,00	1063,87	11,56	88,44
3	B	92,77	260,33	353,10	26,27	73,73
4	C	121,19	520,67	641,86	18,88	81,12
5	C	130,89	913,05	1.043,94	12,54	87,46
6	C	294,12	403,52	697,64	42,16	57,84
7	C	138,16	903,00	1.041,16	13,27	86,73
8	C	135,23	781,00	916,23	14,76	85,24
9	C	209,47	520,67	730,14	28,69	71,31
Média		151,45	628,86	780,31	21,14	78,86
Desvio Padrão		62,10	257,77	251,92	10,00	10,00

Cc 1 Curtumes tipo A: Integrados (ribeira, curtimento, recurtimento e acabamento)  
Curtumes tipo B: 'Wet-blue' (ribeira e curtimento)  
Curtumes tipo C: Acabamento (recurtimento e acabamento)  
2 Valor Total da energia elétrica (fora do pico + pico + autoprodução)  
3 Energia Térmica tomada a partir de dados de operação

Fonte Gutterres, M., 2003



Vemos em particular a elevada demanda bio-química de oxigênio, os sólidos suspensos, o cromo e o sulfeto, que são só os principais produtos poluentes. Além disso deve-se levar em conta que nem sempre o tratamento dos réfluos industriais é conforme às normativas das leis ambientais, acarretando uma sobrecarga do potencial poluente (COD, BOD etc.) à rede municipal de esgoto. Por estes motivos a eficiência e o porte das infra-estruturas sanitárias devem ser considerados fatores relevantes.

### **6.7 Infraestrutura de transporte**

A malha rodoviária existente, suas características e nível de manutenção se tornam um fator relevante para diversas atividades do curtume, como acesso dos fornecedores dos insumos e a saída dos produtos processados até os clientes finais. Outras atividades comerciais e administrativas também podem ser afetadas pela qualidade das rodovias como também de outros aspectos como o transporte público.

### **6.8 Disponibilidade de mão de obra especializada**

Os curtumes precisam tanto de mão de obra genérica, para as funções mais corriqueiras, quanto de mão de obra especializada, em particular técnicos de curtume com formação química. Este tipo de profissional é de grande importância para o bom desempenho dos processos e consequente rentabilidade, tanto que existem em solo brasileiro cursos de formação específicos para isso, em centros de formação dedicados. Normalmente eles se encontram em proximidade dos polos calçadista. A relação entre a possível localização e a disponibilidade deste tipo de profissional merece ser levada em conta.

### **6.9 Proximidade aos clientes finais ou exportadores**

Os produtos processados pelos curtumes, dependendo de suas tipologias, podem ser couros acabados ou semi-acabados (Wet-Blue e Crust). Em decorrência disso serão diferentes os clientes finais. No caso dos curtumes de acabamento, se tratará das indústrias

calçadistas, moveleiras, automobilísticas ou de outros objetos em couro. No caso dos curtumes de ribeira, curtimento e semi-acabamento, os clientes finais serão outros curtumes ou empresas exportadoras. A proximidade aos clientes eletivos de cada curtume o tipologia industrial, deve entrar na avaliação para uma correta localização.

## **6.10 Incentivos fiscais**

O governo brasileiro tem tomado medidas fiscais para implementação de atividades industriais em certas áreas do país. Os incentivos fiscais presentes ou menos em certa área podem ser relevantes na tomada de decisão final.

Consideramos agora os quatro diferentes tipos de curtume, com base nas notas contidas na Premissa técnica do modelo, a dizer o Curtume Integrado, o Curtume de Wet-Blue Curtume Acabado e Curtume de Acabamento. Com base nos fatores acima individuados, de forma geral, vamos construir a Matriz A de Demanda deste setor. A cada valoração linguística atribuímos um grau de pertinência  $\mu_{\tilde{A}}(f)$ , de 0 a 1, correspondente ao grau de importância daquele fator para aquela categoria de atividade industrial:

**Crítico** = 1

**Condicionante** = 0,8

**Pouco condicionante** = 0,4

**Irrelevante** = 0

Matriz A de Demanda:

Tabela 13 Matriz A de Demanda

<b>Curtumes Fatores</b>	<b>A Curtumes Integrados</b>	<b>B Curtumes Wet-Blue</b>	<b>C Curtumes Acabados</b>	<b>D Curtumes de Acabamento</b>	<b>Agregados</b>
<b>f1 Proximidade aos Rebanhos/Frigoríficos</b>	condicionante	crítico	pouco condicionante	pouco condicionante	2,6
<b>f2 Proximidade aos Curtumes de Ribeira e Wet-Blue</b>	pouco condicionante	pouco condicionante	crítico	pouco condicionante	2,2
<b>f3 Disponibilidade de Água</b>	crítico	crítico	crítico	pouco condicionante	3,4
<b>f4 Disponibilidade de Energia elétrica</b>	crítico	crítico	crítico	condicionante	3,8
<b>f5 Infra-estrutura Sanitária</b>	condicionante	condicionante	condicionante	condicionante	3,2
<b>f6 Infra-estrutura de Transporte</b>	condicionante	condicionante	condicionante	condicionante	3,2
<b>f7 Disponibilidade mão de obra comum e especializada</b>	condicionante	condicionante	crítico	crítico	3,6
<b>f8 Proximidade aos clientes finais ou exportadores</b>	condicionante	crítico	crítico	crítico	3,8
<b>f9 Incentivos Fiscais em vigor</b>	pouco condicionante	pouco condicionante	pouco condicionante	pouco condicionante	1,6

## **7. Matriz de Oferta com base em quatro curtumes brasileiros**

No tocante a matriz de oferta, o domínio ‘real’ dessa modelagem, preferimos apresentar, a título de exemplo, quatro localizações de curtumes atuantes no mercado, uma para cada tipologia, A Integrados, B ‘Wet Blue’, C, C e D (vide cap. 2, Premissa Técnica), ao invés de selecionar áreas do território brasileiro como possíveis localizações.

Consideramos pretencioso por um trabalho desse nível tentar fazer isso independente de curtumes já existentes; por outro lado seria complexo demais tentar uma avaliação de todos os estabelecimentos industriais desse tipo no Brasil (que se estima serem mais de 800).

Afinal se quer apresentar aqui o potencial do Modelo Coppe-Cosenza nesta aplicação, sem pretensão de realizar de fato um estudo de localização, que seria complexo demais e precisaria de uma contribuição de experts do setor. A Matriz de Oferta, portanto, avaliará quanto ofertado a estes curtumes pelas respectivas localizações, relativamente aos fatores condicionantes selecionados.

O mesmo poderá ser feito, dentro de um estudo de maiores recursos e alcance, que pretendam chegar à localização de novos curtumes ou avaliar de forma mais extensiva a localização das indústrias existentes.

### **7.2 Curtumes Integrados**

Para representar a categoria dos ‘Curtumes Integrados’ escolhemos a Bracol Indústria e Comércio LTDA, conhecida também como Bracol Couros, situada na Rua José Andrade Vieira 235 em Lins (SP).

## Bracol Couros – Lins (SP)



A Bracol Couros pertence ao grupo Bertin, que é responsável por cerca de 20% das exportações brasileiras de couros e por cerca de 12% do superavit na balança comercial brasileira. Um grande Grupo que recentemente foi absorvido pelo Grupo JBS – Friboi, uma multinacional brasileira. Com isso de fato houve uma grande concentração no setor de curtumes sobretudo em relação à produção de couro ‘Wet-Blue’ (estima-se que o grupo JBS-Friboi seja hoje responsável por 80% da produção brasileira de ‘Wet-Blue’). Isso não afeta nosso estudo em relação à localização do curtume, assim como também não é relevante para nossos efeitos que a Bracol Couros seja também produtora de calçados e outro artefatos em couro. A nossa avaliação de sua localização dirá respeito, obviamente, a suas atividades, por sinal relevantes, no setor da curtição do couro, que esta empresa realiza a todos os níveis. A Bracol Couros pode ser considerada portanto altamente representativa das exigências de um curtume integrado em termos de localização.

### 7.3 Curtumes ‘Wet-Blue’

Para categoria ‘Wet-Blue’ o curtume Coming Indústria e Comércio de Couros LTDA , Estrada do Bugre Km 5,2, na zona rural de Trindade, em Goiás.

#### Coming Ltda – Trindade (GO)



## 7.4 Curtumes acabados

Para categoria Curtume Acabado selecionamos a Couroquímica – Carmen Steffens, Av. Alberto Pulicano 3700 no Distrito Industrial de Franca (SP).

### Carmen Steffens Ltda



## 7.5 Curtumes de Acabamento

Para representar os Curtumes de Acabamento está o curtume Couroclasse – Indústria e Comércio de Couros, situado no Km 204 da BR 369 em Apucarana, Paraná.

Partindo do couro ‘Crust’ o produto recebe seu acabamento final sob várias formas, se tornando pronto para emprego das indústrias de calçados e acessórios.

### Couroclasse Ltda



Tendo em mente estes quatro curtumes construímos agora a Matriz de Oferta, que em nosso caso específico corresponde a um diagnóstico de como estes curtumes reais estão localizados (no lugar dos curtumes já instalados poderia haver áreas potenciais de assentamento industrial a serem avaliadas).

Como no caso da Matriz A de Demanda, aqui também atribuímos a cada avaliação linguística do expert um valor entre 0 e 1, da seguinte forma:

Ótimo = 1    Bom = 0,8    Regular = 0,4    Fraco = 0

**Tab. 14 B Matriz da Oferta**

<b>Curtumes Fatores</b>	<b>Bracol Couros – Lins (SP) A Curtumes Integrados)</b>	<b>Coming Indústria e Comércio de Couros Trindade(GO) B Curtumes Wet-Blue</b>	<b>Couroquímica – Carmen Steffens Franca (SP) C Curtumes Acabados</b>	<b>Couroclasse Apucarana (PR) D Curtumes de Acabamento</b>
<b>f1 Proximidade aos Rebanhos/Frigoríficos</b>	ótimo	bom	ótimo	bom
<b>f2 Proximidade aos Curtumes de Ribeira e Wet-Blue</b>	ótimo	regular	bom	bom
<b>f3 Disponibilidade de Água</b>	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo
<b>f4 Disponibilidade de Energia elétrica</b>	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo
<b>f5 Infra-estrutura Sanitária</b>	ótimo	bom	bom	ótimo
<b>f6 Infra-estrutura de Transporte</b>	ótimo	regular	bom	ótimo
<b>f7 Disponibilidade mão de obra comum e especializada</b>	ótimo	regular	bom	bom
<b>f8 Proximidade aos clientes finais ou exportadores</b>	bom	regular	bom	bom
<b>f9 Incentivos Fiscais em vigor</b>	regular	ótimo	regular	bom
<b>Agregados</b>	8,2	6,2	7,4	8,0

## 8. Resultados: operação das matrizes para chegar à uma avaliação da atual localização

Aplicamos agora para o cruzamento das matrizes A e B de Demanda e Oferta a tabela 16 que ao cap. 5.4 consta ao ponto iii), que nesse caso parece por simplicidade a mais apropriada, ou seja:

Tabela 15

$a_{ij} \otimes b_{jk}$	A	B	C	D
A	1	0	0	0
B	$1+1/n$	1	0	0
C	$1+2/n$	$1+1/n$	1	0
D	$1+3/n$	$1+2/n$	$1+1/n$	1

As letras A, B, C e D correspondem aos 4 critérios de valoração linguísticos adotados, para demanda como para a oferta.

Matriz C de cruzamento entre demanda e oferta:

Tabela 16 Matriz C Cruzamento Demanda/Oferta

<b>Curtumes Fatores</b>	<b>Bracol Couros – Lins (SP) (A Curtumes Integrados)</b>	<b>Coming Indústria e Comércio de Couros Trindade (GO) (B Curtumes Wet-Blue)</b>	<b>Couroquímica – Carmen Steffens Franca(SP) (C Curtumes Acabados)</b>	<b>Couroclasse Apucarana (PR) D Curtumes de Acabamento</b>
<b>f1 Proximidade aos Rebanhos/Frigoríficos</b>	1,11	0	1,22	1,11
<b>f2 Proximidade aos Curtumes de Ribeira e Wet-Blue</b>	1,22	1	0	1,11
<b>f3 Disponibilidade de Água</b>	1	1	1	0
<b>f4 Disponibilidade de Energia elétrica</b>	1	1	1	0
<b>f5 Infra-estrutura Sanitária</b>	1,11	1	1	1,11
<b>f6 Infra-estrutura de Transporte</b>	1,11	0	1	1,11
<b>f7 Disponibilidade mão de obra comum e especializada</b>	1,11	0	1	1
<b>f8 Proximidade aos clientes finais ou exportadores</b>	1	0	1	1
<b>f9 Incentivos Fiscais em vigor</b>	1	1,22	1	1,11
<b>Agregados</b>	9,66	5,22	8,22	7,55
<b>Média</b>	1,073	0,580	0,913	0,838

O resultado de 1,11 no cruzamento de f1 com Brasil Couros de Lins (coluna 1/linha1) é o resultado da aplicação da tabela 16 que, para o cruzamento entre uma demanda condicionante (B), com uma oferta ótima (A), neste caso relativamente ao fator

‘proximidade aos rebanhos/abatedouros’, aplica uma pontuação  $1+1/n$ , neste caso  $1+1/9$ . E assim por diante são calculadas as outras pontuações ou graus de pertinência.

Nessa avaliação que como dissemos é puramente exemplificativa, o curtume Bracol de Lins (SP), resulta o melhor localizado, tendo ele computado um total de 1,073 pontos nos cruzamentos entre demanda para seu setor industrial específico (curtumes integrados) e oferta para o mesmo segmento. Os outros curtume receberam notas abaixo de zero o que em princípio indica uma localização carente. Vale novamente frisar que resolvemos escolher curtumes existentes no território para uma exemplificação mais realística como também para evitar a escolha de áreas a serem ocupadas para este tipo de atividade, o que nesta sede seria inviável. Ressaltamos todavia que a hierarquização que resulta se origina de avaliações dadas pelo próprio mestrando e que portanto podem ser sujeitas a emendas por experts mais qualificados. Por este motivo a hierarquização que aqui resulta não deve ter muita importância, importando mais a maneira como chegamos a estes valores.

Outras avaliações, além da hierarquia principal, podem ser deduzidas de uma leitura das matrizes A, B e C.

Por exemplo o curtume de acabamento Couroclasse recebe na matriz de oferta uma nota 8,0 em relação a oferta de fatores relevantes para industria de curtumes, bem perto da nota 8,2 que o curtume A Bracol de Lins recebe. Todavia na hierarquia final ele se afasta mais significativamente do curtume A e também perde para o curtume C Carmen Steffens de

Neste caso há na área de localização do curtume D uma boa oferta de fatores para industria de curtumes em geral, mais menos interessante para os curtumes de acabamento, aos quais pertence o curtume D.

Vale salientar também que grande importância reveste a adoção de uma tabela de cálculo ou outra para cruzar as matrizes: cada tabela, como vemos no capítulo sobre o modelo Coppe-Cosenza, ao ponto 5.4, avalia e considera com lógicas diferenciadas o cruzamento das avaliações dos experts, por exemplo uma avaliação de oferta ‘boa’ com uma de demanda ‘crítica’, levando a computações que influenciam de forma dramática o resultado final. Os estudos recentes do Prof. Cosenza se concentram justamente em um refino destas tabelas de calculos, como também na avaliação do impacto de fatores ausentes

no estudo de localização, mas ambas estas implementações são deixadas aqui para futuros trabalhos, não sendo levadas em conta.

## 9. Conclusões e linhas futuras de pesquisa

Independente dos resultados específicos de nossa aplicação deste modelo de localização industrial, que apontam para uma boa localização da Brasil Couros de Lins (SP), o que resulta claro deste trabalho é a utilidade do Modelo Coppe-Cosenza como auxílio a tomada de decisão tanto de administradores públicos e gestores de políticas econômicas como de empresários particulares.

Se comparado com os modelos clássicos, o Coppe-Cosenza tem a evidente sofisticação de levar em conta uma ampla gama de fatores que concorrem no processo de localização e não somente os aqueles ligados a custos e preços, mercadoria produção e transporte. Este, aliás, era um avanço que já o modelo MASTERLI italiano havia iniciado dentro dessa linha de pesquisa.

A implementação do Coppe-Cosenza em relação ao MASTERLI diz respeito a matemática empregada, muito mais sofisticada tanto nas versões ‘crisp’ como naquelas que introduzem instrumentos de ‘lógica fuzzy’.

Hoje se pode dizer que o próprio Coppe-Cosenza tem suas diferentes versões, e trabalhos futuros poderão analisar com mais detalhamento matemático a evolução que do MASTERLI levou às várias versões do Coppe-Cosenza. Os aspectos principais dizem respeito a:

- a.** Introdução de ferramenta matemáticas ‘crisp’ mais sofisticadas
- b.** Introdução de ferramentas mutuadas da ‘lógica fuzzy’
- c.** Desdobramento das tabelas de cálculo, aquelas que orientam o cruzamento entre matriz de demanda e de oferta, de forma que elas podem ser escolhidas com base no problema em exame ou até modificadas ou criadas ex novo em seus operadores e fórmulas, para se adaptarem ao problema.
- d.** Abertura de uma nova linha de pesquisa que pretende levar em conta o impacto de fatores ausentes na escolha da localização, assim como a formalização matemática rigorosa deste impacto dentro do mesmo esquema empregado na avaliação dos fatores presentes.

Levando em conta toda a gama de fatores presentes e ausentes e formalizando eles de forma simples e sofisticada ao mesmo tempo, este modelo pode se valer da ferramenta informática moderna.

Ao mesmo tempo o modelo continua muito concreto, realizando de certa forma a conjunção entre as exigências práticas dos geógrafos e as mais teóricas dos economistas: uma conjunção que, como vimos na seção dedicada às teorias clássicas, sempre faltou.

Assim como outros instrumentos modernos de hierarquização como o Analytic Hierarchy Process (AHP) e suas diferentes versões, este modelo considera amplamente a importância dos decisores (experts) e submete sua construção à utilidade prática para o trabalho de tomada de decisão, resistindo à tentação comum dos teóricos de construir sistemas muito complexos na tentativa de abranger o real, que na hora de suas aplicações práticas se tornam ineficientes porque seus graus de precisão não permitem suas aplicação a problemas concretos ou, quando o fazem, dão resultados irrealistas.

## Referências Bibliográficas

ABQTIC – Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do **Couro**  
Disponível em: <http://www.abqtic.com.br/> Acesso em 18 Junho 2010

ABQTIC– Associação Brasileira dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro *Guia Brasileiro do Couro 2003*, Estância Velha, RS, 2003.

AICsul – SINDICATO DE COURO ASSOCIADO, *Boletim Estatístico do couro 2008*, Nova Hamburgo 2009.

ARBEX AARESTRUP, M., MIZRAHI ELIAHÚ, S., SILVA TEIXEIRA, T.C., *Resenha não publicada do texto* : LIANG, Gin-Shuh & WANG, Mao-Jiun J. ‘A fuzzy multi-criteria decision making method for facility site selection’. em **International Journal of Production Research**. Vol. 29 (11): 2313-2330.

ATTANASIO, D., BOUROCHE, J.M., ENRIQUES, G., et al.1974, *MASTERLI, Modello di assetto territoriale e di localizzazione industriale*, Bologna, Centro Studi Confindustria/Somea/Sema, 1974.

AYDALOT, P., *Economie Régional et Urbaine*, Paris, Economica,1985.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento, “A indústria de curtumes no Brasil”, *Informe Setorial – Área Industrial*, n.3, Outubro 2007, Disponível em: [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/informe-03AI.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/setorial/informe-03AI.pdf) Acesso em 15 Junho 2010.

CANTILLON, R., *Essai sur la Nature du Commerce en General* (escrito em 1725 e editado em 1755). Tradução para inglês por Higgs, H. London, Macmillan, 1931, Reeditado Paris. INED, 1952,

CARRIÈRE, J.; REIX, V., “Investissements Étrangers au Portugal et Leurs Incidences sur les Disparités Regionales”, *Estudos de Economia*, Vol.X(1), pp.51-73., 1989.

CHAMBERLIN, E., *The Theory of Monopolistic Competition*. Cambridge, Harvard University Press,1933.

CHRISTALLER, W., *Die Zentralen Orte in Suddeutschland: Eine Okonomischgeographisch Untersuchung uber die Gesetzmassigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit Städtischen Funktionen*, Jena, Gustav Fischer Verlag,1933, Tradução para inglês por Baskin, C. *Central Places in Southern Germany*. Englewood Cliffs - New Jersey, Prentice-Hall Inc.,1966.

CICB – CENTRO DAS INDUSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL, *Estatística mensal das exportações de couro Jan-Dez 2009*, São Paulo 2010 Disponível em:

<http://www.cicb.com.br/index.php> Acesso em 12 Junho 2010

CICB Brazilian Leather, *Centre for the brazilain tanning industry* Disponível em:

<http://www.cicb.com.br/index.php> Acesso em 20 Junho 2010.

COOPER, L. , “A Randoom Locational Equilibrium Problem”, *Journal of Regional Science*, Vol.14, pp.47-54. 1974.

CORRÊA, A.R. *O complexo coureiro-calçadista brasileiro*, BNDES Setorial, n.14, Rio de Janeiro 2001 Disponível em:

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1404.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1404.pdf) Acesso em 12 Julho 2010.

COSENZA, C.A., *Hierarchy models for the organization of economic space Metrics and operators for facility site selection* Contents of a research submitted to Prof. Philip Arestis Department of Land Economy,Cambridge University - Cambridge, UK, 2009.

COSENZA, C.A.,RODRIGUES LIMA, F., DAS NEVES, C. Research on Urban Engineering applying Location Models, in *Methods and techniques in urban*

*engineering*, edited by DE PINA FILHO, A.C. e DE PINA, A.C., Vukovar, Croatia, 2010.

COSENZA, C.A., *An industrial location model*, Working paper, Working centre for architectural and urban studies, Cambridge University, Cambridge, UK, 1981.

COSENZA, A.C., LIMA, F., Aplicação de um modelo de hierarquização de potenciais de localização no zoneamento industrial metropolitano, Metodologia para mensuração de Oferta e Demanda de fatores locais, *Proceedings of V ICIE, International Congress of Industrial Engineering*, ABEPRO, Rio de Janeiro, 1991.

COSTA, J., SILVA, M., *Modelo Empresarial e Dinâmico de Inovação – Final Report*. Porto, Associação Industrial Portuguesa, 1994.

DERYCKE, P., *Espaces, Proximités, Réseaux: Reflexions sur quelques concepts integrateurs entre économie spatiale et économie industrielle*. Colloque International de l'Association de Science Régionale de Langue Française, Toulouse, 1995.

EMBRAPA – *Gado de Corte – Reuniões Técnicas sobre Couros e Peles – Programa Melhoria e Qualidade do Couro*. Disponível em:

[www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc127/index.html](http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc127/index.html) Acesso em 21 Junho 2010

ENERGIA HOJE– EDITORA BRASIL ENERGIA Disponível em:

<http://www.energiahoje.com/brasilenergia/noticiario/2009/02/03/376460/conta-alta-para-a-industria.html> Acesso em 28 Julho 2010.

FAO, *World statistical compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear 1988-2007, Rome 2008*, Disponível em:

<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0084t/i0084t00.pdf> Acesso em 10 Junho 2010.

FERNANDES, A. “Wet Blue: a polémica continua”. *Revista Courobusiness*, Brasília/DF, Ano III n. 12, jul./ago. 2000. Disponível em:

<http://www.courobusiness.com.br/edicoes.php> Acesso em 12 Junho 2010.

FERRÃO, J., “Alguns Elementos Acerca das Questões de Investimento Industrial no Concelho de Viseu”, *Desenvolvimento Regional* Vol.20, pp.25-62, 1985.

FISCHER, A. *Industrie et espace géographique*. Paris, Masson Éditeur, 1994.

GILMOUR, J., “External Economies of Scale, Inter-Industrial Linkages and Decision-Making”, In Hamilton, *Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision Making*. London, John Wiley and Sons, 1974.

GREENHUT, M., COLBERG, M., “Factors in the Location of Florida Industry”, *Florida State Studies* N.o 36, Tallahassee., 1962.

GUTERREZ, M. “*Desenvolvimento sustentável em curtumes*”, XVI Encontro Nacional da ABQTIC, Foz de Iguaçu, 2003. Disponível em:  
<http://www.ppgeq.ufrgs.br/projetos/curtumes/Arqs/Gutterresigua%E7uN2.pdf> Acesso em 13 Junho 2010.

HANNOU, M., TEMPLÉ, P., “Les Facteurs de Création et the Localisation des Nouvelles Unités de Production”, *Economie et Statistique*, Junho, 1975,

HARRIS, C. , “The Market as a Factor in the Location of Industry in the United States” In Blunden, J., *Regional Analysis and Development*, New York, Harper et Row, 1973.

HOOVER, E., *The Location of Economic Activity*. New York, McGraw-Hill Book Company, 1948.

HOTTELING, H., “Stability in Competition”, *Economic Journal*, Vol.39, 1929.

IBGE – *Instituto Brasileiro de Geografia Estatística* Disponível em:  
<http://www.ibge.com.br> Acesso 25 Junho 2010

ISARD, W., “The General Theory of Location and Space-Economy”, *Quart. Journal of Economy*, Vol.63, 1949.

KALE, S., LONSDALE, R., “Factors encouraging and discouraging plant location in nonmetropolitan areas”, Em Lonsdale, *Nonmetropolitan industrialization*. London, John Wiley and Sons, 1979.

KLAASSEN, L., VANHOVE, N., *Regional Policy, a European Approach*. London: Saxon House, 1980.

LAGUJE, J., DELFAUD, P., LACOUR, C., *Espace Régional et Aménagement du Territoire – 2<sup>a</sup> ed.*. Paris, Précis Dalloz, 1985.

LAUNHARDT, W., “Die Bestimmung des Zweckmassigsten Standortes Einer Gewerblichen Anlage”, *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure*, Vol.26, 1882.

LAUNHARDT, W., *Mathematische Begründung der Volkswirtschaftslehre*. Leipzig, B. G. Teubner, 1885.

LOPES, A. SIMÕES, *Desenvolvimento Regional - Problemática, Teoria, Modelos*. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 1987.

LÖSCH, A., *Die Raumlische Ordnung der Wirtschaft*. Jena, Gustav Fischer. Tradução para inglês por Woglom, W. H., Stolper, W. F., 1954, *The Economics of Location*, New Haven, Yale University Press, 1940.

MINISTÉRIO DE DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR - MDIC/SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX.

Disponível em: <http://www.mdic.gov.br> Acesso em 22 Junho 2010

MOLLE, W. , *Industrial Change, Innovation and Location*, OCDE, 1983.

NORTH, D., “Location Theory and Regional Economic Growth”, *Journal of Political Economy* (Junho/1955), pp.243-258, 1955.

OHLIN, B., *Interregional and International Trade*, Cambridge, Harvard University Press, 1933

PACHECO, J.W. F., *Curtumes (Série P + L)* - CETESB, São Paulo 2005 Disponível em: [http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao\\_limpa/documentos/curtumes.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/producao_limpa/documentos/curtumes.pdf) Acesso em 11 Junho 2010.

PALANDER, T., *Beitrage zur Standortstheorie*, Uppsala, Almqvist & Wiksells Boktryckeri, 1935.

PERROUX, F., “Economic Space, Theory and Application”, *Quarterly Journal of Economics*, Vol.64, pp.89-104, 1950.

PRED, A., “Behaviour and Location: Foundations for a Geographic and Dynamic Location Theory, Part I and Part II”, *Land Studies in Geography*, Series B, Vol.27 e Vol.28, 1967,1969.

PREDÖHL, A., “Das Standortsproblem in der Wirtschaftstheorie”, *Weltwirts Archiv*, Vol.21, 1925.

PREDÖHL, A., “Zur Frage Einer Allgemein Standortstheori”, *Zeitschrift für Volkswirtschaft und Sozialpolitik*, Vol.5, 1927.

PREDÖHL, A., “The Theory of Location in its Relation to General Economics”, *Journal of Political Economy*, Vol.36, 1928.

RAMOS, R.A.R., MENDES, J.F.G., *Introdução às teorias da localização. Orientações recentes na localização industrial*, Universidade do Minho – Departamento de Engenharia Civil, Coimbra, 2001.

REES, J., HEWINGS, G., STAFFORD, H., *Industrial Location and Régional Systems*. New York, J. F. Bergin Publications, 1981.

REILLY, W. J., *Methods for the Study of Retail Relationships*, Austin, University of Texas Bulletin, nº2944, 1929.

RHODES, J., KHAN, A., *Office Dispersal and Regional Policy*, Cambridge, Harvard University Press, 1971.

RICHARDSON, H., , *Regional Growth Theory*, London, Macmillan. Sant, M. 1975, *Industrial Movement and Regional Development: The British Case*, Oxford, Pergamon Press, 1973.

ROPKE C.R.V., MAUCH PALMEIRA E. “Competitividade das exportações brasileiras de couro” , *Observatorio de la economia latinoamericana Revista academica de economia* n.71 Diciembre 2006, Disponível em:

<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/06/crvr.htm> Acesso 25 Junho 2010

SANTOS, A.M.M.M., CORRÊA, A.R., ALEXIM, F.M.B., *et al. Panorama do setor de couro no Brasil*, BNDES Setorial n.16, Rio de Janeiro, 2002 Disponível em:

[http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1603.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/bnset/set1603.pdf) Acesso em 15 Julho 2010.

SCHAFFLE, A., *Das Gesellschaftlichen System der Menschlichen Wirtschaft*, Tubingen (3ªEd.), 1873.

SCHILLING, A., “Die Wirtschaftsgeographischen Grundgesetze des Wettbewerbs in

Mathematischer Form”, *Technik und Wirtschaft*, Vol.17, 1924.

SCHMENNER, R., *Making Business Location Decisions*, London, Prentice Hall, 1982.

SENAI – *Centro Tecnológico do Couro* – Rio Grande do Sul Disponível em:

[http://www.senairs.org.br/ctcouro//novidades\\_nit.htm#](http://www.senairs.org.br/ctcouro//novidades_nit.htm#) Acesso em 21 Junho 2010.

SINDICOURO, *Sindicato das Indústrias de Couro do Estado do Paraná*

Disponível em: <http://www.fiepr.org.br/sindicatos/sindicouro/> Acesso 12 Julho 2010.

SINDICOURO, *Sindicato da Indústria de Artefatos de Couro do Estado de São Paulo*

Disponível em: <http://www.sinacouro.org.br/> Acesso em 28 Junho 2010.

SMITH, D. , *Industrial Location*, New York, Wiley, 1971.

STAFFORD, H., “The Anatomy of Location Decision: Content Analysis of Case Studies”, Em Hamilton, *Spatial Perspectives on Industrial Organization and Decision Making*, London, John Wiley and Sons,1974.

THÜNEN, J. Von, *Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Parte I*, 1ªEd. , Hamburg, Perthes, 1826, 2ªEd., Rostock, Leopold, 1846, Tradução para francês por Laverriere, J., Paris, Guillaumin, 1851. *Parte II, Secção 1* Rostock, Leopold,1850. Tradução para francês por Wolkoff , Paris, Guillaumin, 1857. *Parte II, Secção 2 e Parte III* , posthumous Ed., Rostock, Leopold, 1863.,Parte I e II, Sec.1, reeditado por Waentig, H. *Thunen, Der Isolierte Staa.*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft,1ªEd. 1910, 2ªEd. 1921, 3ªEd. 1930. Tradução parcial para inglês por Wartenberg, C. , *Von Thunen's Isolated State*, Oxford, Pergamon Press,1966.

TIEBOUT, C., “Location Theory, Empirical Evidence and Economic Evaluation”, *Papers and Proceedings, Regional Science Association*, Vol.3, pp.74-86, 1957.

TOWNROE, P., “United Kingdom”, Em Klaassen, L. & Molle, W., *Industrial Mobility and Migration in the European Community*, London, Gower, 1983.

WACHSMANN, H. M. Situação atual da indústria mundial do couro e tendências futuras do mercado e da tecnologia, *XII Encontro Nacional dos Químicos e Técnicos da Indústria do Couro*, Anais pag. 78-85, Porto Alegre, 1995.

WEBER, A., *Ueber den Standort der Industrien, Part.I:Reine Theorie des Standorts*, 1ªEd., Tübingen 1909, 2ªEd. 1922. Tradução para inglês por Friedrich, C. *Alfred Weber's Theory of Location of Industries*, Chicago, University of Chicago Press, 1ªEd. 1929, 2ªEd. 1957.

WEIGMANN, H., “Ideen zu Einer Theorie der Raumwirtschaft”, *Weltwirts Archiv*, Vol. 34, 1931