

ANÁLISE MULTICRITÉRIO PARA ALOCAÇÃO DE EMPRESAS EXPORTADORAS DE PRODUTOS MANUFATURADOS NOS ESTADOS BRASILEIROS

Rodolfo P. de Campos

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato, s/n – Campus Ponta Grossa – PR.
rodolfo.decampos@live.com

Flavio Trojan

UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Av. Monteiro Lobato, s/n – Campus Ponta Grossa – PR.
trojan@utfpr.edu.br

RESUMO

Na atual conjuntura econômica mundial, as atividades de exportação são extremamente relevantes para um país no que se refere às relações internacionais e ao desenvolvimento econômico. Este trabalho desenvolve uma análise multicritério sobre alocação de empresas brasileiras que atuam com exportação de produtos manufaturados no comércio exterior. Essa análise considera critérios como infraestrutura logística, distâncias de portos aduaneiros, custos, entre outros, como elementos avaliadores de desempenho para os estados brasileiros que tenham os melhores potenciais para a instalação dessas empresas. Para isso, uma avaliação baseada nas teorias de tomada de decisão multicritério é construída com o auxílio do método de sobreclassificação ELECTRE I, com problemática de seleção. São selecionados de um “kernel”, estados brasileiros com potenciais para suprir otimamente as necessidades das empresas exportadoras a serem alocadas. Considerando o problema em análise, essa metodologia proposta poderá alavancar decisões estruturadas para fomentar crescimento neste setor.

PALAVRAS CHAVE: Comércio Internacional, Alocação de empresas, Análise multicritério.

ABSTRACT

In the current global economic environment, export activities are highly relevant to a country with regard to international relations and economic development. This paper develops a multi-criteria analysis of allocation of Brazilian companies that operate with overseas export trade of manufactured products. This analysis considers criteria such as logistics infrastructure, distances customs ports, costs, among others, as performance evaluator's elements to states of the federation that have the best potential for the installation of these companies. For this, an evaluation based on multi-criteria decision-making theories is built with the help of outranking method ELECTRE I, with issues of selection. They are selected from a "kernel", Brazilian States with potential to optimally meet the needs of exporting companies to be allocated. Considering the problem analysis, this methodology proposal may leverage decisions structured to foster growth in this sector.

KEYWORDS: International Trade, Allocation companies, Multi-criteria analysis.

1. Introdução

No cenário mundial de relações de Comércio Exterior, a localização de uma organização dentro do seu País possui forte influência para eficiência e para o sucesso das atividades de exportação de bens e serviços. Ainda, o balanço de pagamentos em um país necessita de bons resultados na atuação dessas empresas, a fim de equilibrar suas contas relacionadas com as importações e exportações.

Então, quanto melhor localizada for uma empresa exportadora, melhores potenciais resultados ela poderá oferecer ao seu País. Entretanto, encontrar argumentos que justifiquem a localização de uma empresa com essas características, não é uma tarefa muito simples. É preciso dispor de informações precisas e coesas sobre a alocação de recursos necessários para a instalação de uma nova empresa ou unidade para, conseqüentemente, atender ao planejamento e à estratégia desse negócio. Instituições tais como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema Nacional de Informações da Educação Profissional e Tecnológica (SisTec) e as associações e entidades ligadas ao Comércio Exterior, podem auxiliar os responsáveis por essas decisões a elencar dados e avaliar critérios para a seleção de locais favoráveis para a instalação ou ampliação de uma empresa exportadora, a fim de tomar a melhor decisão antes de investir.

No entendimento de Malczewski (1999, p. 11), a estratégia básica para uma modelagem desse tipo poderia ser a divisão da decisão-problema em partes menores e compreensíveis, para analisar cada parte e integrá-la de uma maneira lógica e produzir uma solução que apresente o melhor compromisso com o objetivo de estudo. A utilização de métodos e modelos de avaliação multicritério tem se disseminado na comunidade científica. Atualmente, são produzidos trabalhos com a abordagem de seleção em várias áreas, desde a seleção de sistemas de informação (Méxas, 2012) até planejamento e gestão na indústria de petróleo e gás (Neves *et al.*, 2012). A metodologia multicritério apresenta um desenvolvimento direcionado para o atingimento dos melhores potenciais para aquilo que os decisores e as corporações estão interessados num determinado interstício de tempo. As “preferências” são o ponto principal a ser tratado e elas ajudarão a alcançar o resultado desejado, conforme o problema vai sendo estruturado ao longo da análise.

Este trabalho objetiva apresentar resultados da aplicação de uma análise multicritério na escolha das melhores localizações para empresas exportadoras entre os estados brasileiros. Para isso foram levantados dados para direcionamento dos critérios e desempenho para as alternativas. Espera-se com isso dimensionar critérios relevantes na instalação de indústrias ligadas à exportação no País, analisados e integrados à problemática de seleção, assim como a sua importância na definição das alternativas com os melhores compromissos.

2. Referencial Teórico

O Comércio Internacional entre países é um assunto fortemente ligado ao tema desenvolvimento econômico. Desde os tempos mais remotos e, principalmente com a industrialização, a empresa vem buscando a globalização, procurando atuar no comércio exterior como forma de dinamizar o progresso.

Para Cândido e Lima (2010), a relação entre comércio internacional e crescimento econômico se apresenta bastante clara ao se analisar o desenvolvimento dos países asiáticos entre 1995 e 2005. A relação entre a taxa de crescimento das exportações e o Produto Interno Bruto (PIB) de países como China, Coréia do Sul e Indonésia permite observar comportamentos homogêneos no que tange o relacionamento entre essas duas variáveis: Exportações altas, PIB alto; Exportações baixas, PIB baixo. Hessels e Stel (2009) relacionam crescimento econômico como um empreendimento orientado para exportações. Para os autores, as exportações contribuem com a exploração do conhecimento existente e a aquisição de novos conhecimentos (tecnológicos e mercadológicos). China, Estados Unidos, Japão e Alemanha apresentam-se como as quatro maiores economias mundiais (WORLD BANK, 2014) e também os quatro maiores países exportadores do globo (MDIC, 2014).

Essa realidade não pode ser aplicada ao Brasil por dois motivos:

- A relação de 69,4 % entre as exportações e a produção interna do país é dada apenas através da oferta de serviços;
- As exportações no Brasil são embasadas principalmente em produtos de baixo valor agregado e *commodities* (IBGE e MDIC, 2014).



Gráfico 1 – Exportação por fator agregado no Brasil (Participação %).

Fonte: MDIC (2014)

No Brasil, conforme o gráfico 1, a pauta de exportações ainda se estrutura nas chamadas *commodities*, entendidas como produtos “in natura”, de extração mineral ou cultivo. Para Ribeiro e Markwald (2012), é desejável que o país componha sua pauta de exportações baseando-se na diversificação. Além disso, deve-se aumentar a relativa importância de bens que agregam valor através do conteúdo tecnológico e tendência de expansão de demanda internacional acima da média geral. Lee (2011) aponta que mudanças nas estruturas de exportação do mundo são responsáveis por grande parte do efeito observado de integração econômica na economia global. A distribuição geográfica das indústrias de alta tecnologia mudou de países desenvolvidos para países em desenvolvimento, particularmente nos mercados emergentes na Ásia Oriental.

2.1 Localização das exportadoras brasileiras

Segundo o MDIC (2014) em 2014 o Brasil contabilizou 22.320 empresas exportadoras, que enviaram ao exterior USD 242.179 milhões em produtos e serviços, decorrentes das suas operações de exportação. A tabela 1 apresenta as 10 maiores empresas exportadoras no Brasil em 2014 e a Unidade da Federação (estado) em que estão instaladas.

Tabela 1 – As 10 maiores empresas exportadoras no Brasil

	EMPRESA	UF
1	VALE S.A.	PA
2	PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS	RJ
3	EMBRAER S.A.	SP
4	SAMARCO MINERACAO S.A.	ES
5	BRF S.A.	SC
6	VALE S.A.	ES
7	THYSSENKRUPP COMPANHIA SIDERURGICA DO ATLANTICO	RJ
8	PETROLEO BRASILEIRO S.A. PETROBRAS	RJ
9	COMPANHIA BRASILEIRA DE METALURGIA E MINERACAO	MG
10	GE CELMA LTDA.	RJ

Fonte: MDIC (2014)

Atualmente, há uma concentração das empresas exportadoras no estado de São Paulo. Para tentar diluir essas altas concentrações, algumas ações governamentais procuram promover a ampliação das exportações brasileiras de bens e serviços nos demais estados. Essas ações se baseiam em cinco objetivos macroeconômicos (MDIC, 2014):

- Aumento de competitividade da base exportadora brasileira;
- Agregação de valor às exportações;
- Aumento da base exportadora;
- Ampliação do acesso a mercados;
- Incremento das exportações de serviços.

Harrington e Warf (1995, p. 9) dividiram o estudo da localização das indústrias em dois pontos: investigação do comprometimento de uma empresa em se instalar em determinada região e as formas normativas, que compreendem a localização de instalações que tenham a sua disposição, fatores que ajudarão a maximizar o lucro.

Os estudos anteriores de Kon (1994, p. 158) corroboram para este entendimento, quando sinalizou sobre a existência de visões de macrolocalização das organizações, sendo a região mais ampla onde deverá ser estabelecida a planta industrial, tendo em vista além de razões econômicas, aspectos técnicos e de vantagens aduaneiras. A localização industrial tem sido também objetivo governamental, que tenta provocar efeitos multiplicativos sobre o desenvolvimento regional e nacional. Contribuições com diversos focos vêm sendo estudadas para que, investidores e empreendedores possam dispor de metodologias de suporte para a escolha da melhor localização para instalação de uma organização. Corujo (2014) apresenta a contribuição do *geomarketing* para o processo decisório de localização de empresas de varejo. Alves e Alves (2014) aplicaram o método (AHP) para definição de localidades para instalação industrial.

2.2 Zonas de Processamento de Exportação (ZPE)



Figura 1 – Localização das ZPE nos Estados Brasileiros

Fonte: MDIC (2014)

As Zonas de Processamento de Exportação (ZPE) caracterizam-se como áreas de livre comércio com o exterior, destinadas à instalação de empresas voltadas para a produção de bens a serem comercializados no exterior, sendo consideradas zonas primárias para efeito de controle aduaneiro. As empresas que se instalam em uma ZPE têm acesso a tratamentos tributário, cambial e administrativo específicos. Para o Brasil, além do esperado impacto positivo sobre o balanço de pagamentos, decorrente da exportação de bens e da atração de investimentos estrangeiros diretos, há benefícios tais como a difusão tecnológica, a geração de empregos e o desenvolvimento econômico e social.

O regime aduaneiro especial das ZPE foi instituído no País pelo Decreto Lei nº 2.452, de 29 de julho de 1988. Na época, esse instrumento legal autorizou ao Poder Executivo a criar ZPE por meio de edição de decreto presidencial. Para traçar a orientação da política das ZPE, estabelecer requisitos, analisar propostas, dentre outras atividades, o normativo criou o Conselho Nacional das Zonas de Processamento de Exportação (CZPE). Em 2007, o referido Decreto Lei foi revogado pela Lei nº 11.508/2007, que manteve a competência do Conselho para definir as normas, os procedimentos e os parâmetros do programa, segundo os quais os agentes envolvidos devem balizar suas ações. Para regulamentar a Lei nº 11.508/2007, foram publicados os Decretos: nº 6.634/2008 que dispõe sobre o CZPE e o nº 6.814/2009 que dispõe sobre o regime, cambial e administrativo das ZPE. Atualmente, 22 ZPE encontram-se localizadas em diferentes fases pré-operacionais, distribuídas em dezoito estados brasileiros, conforme apresentado na figura 1:

3. Metodologia

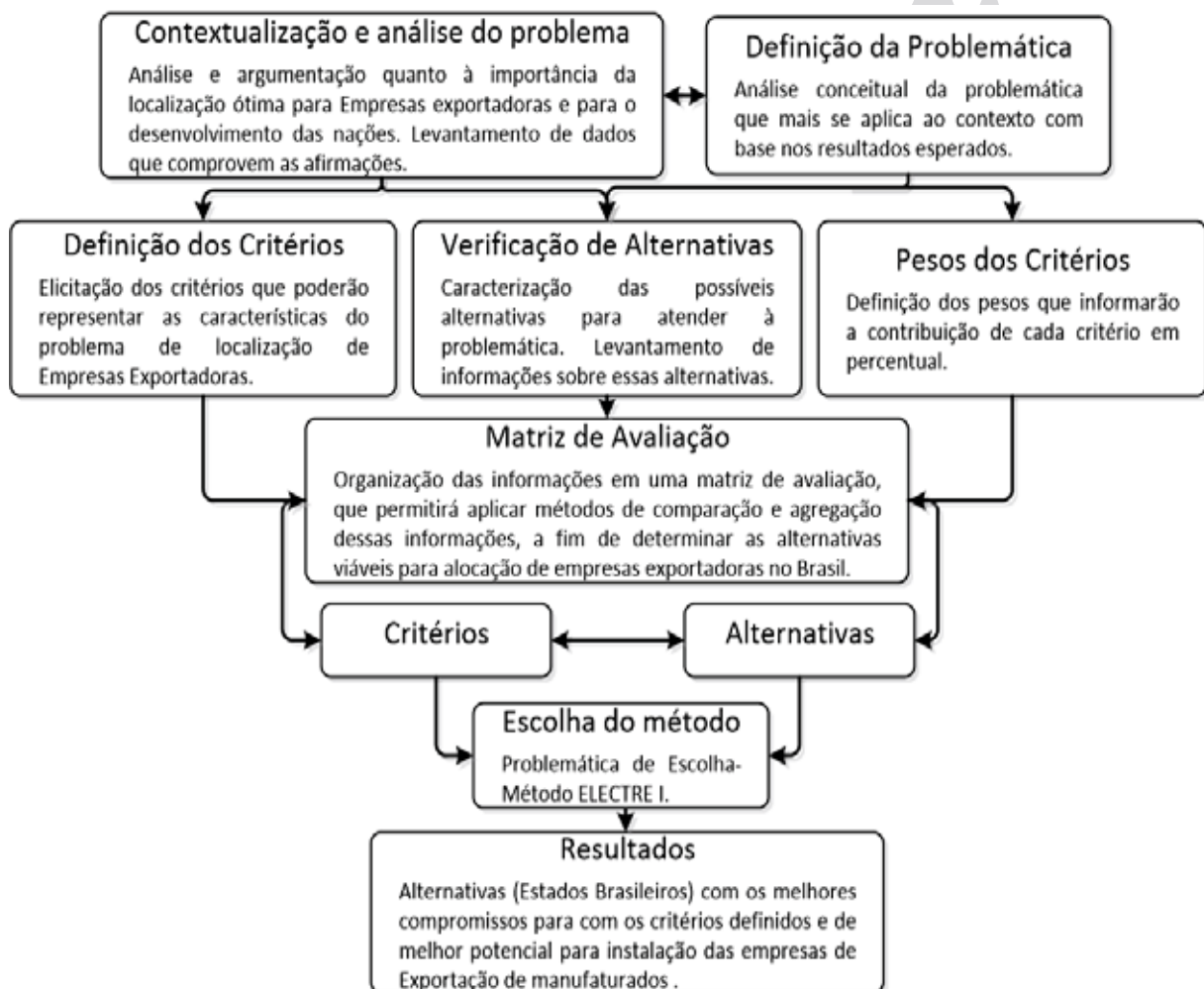


Figura 2 – Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho seguem o fluxograma apresentado na figura 2, procurando identificar fases e etapas a serem desenvolvidas na pesquisa, nas sequências lógicas requeridas pelo tratamento dado ao problema.

Inicialmente a contextualização contribuiu para o entendimento do objetivo ao qual o trabalho se propôs alcançar. Em sequência a definição dos critérios, alternativas e pesos para critérios, que representam o problema o mais claramente possível. Essa fase é marcada por elicitaciones realizadas com decisores, especialistas em Comércio Internacional.

4. Análise Multicritério

A análise do problema através das teorias de avaliação multicritério ocorre neste trabalho através de uma matriz de avaliação, construída com as informações levantadas sobre os critérios, definição da problemática de interesse e aplicação de um método multicritério que auxilie na decisão, através dos seus resultados experimentais. Assim, os critérios foram definidos conforme o item 4.1 a seguir.

4.1 Definição dos Critérios

A definição dos critérios foi construída através de revisões bibliográficas apontadas pelos autores ligados ao contexto e culminaram nos critérios a seguir:

- 1) **Infraestrutura logística e comunicação (INFRA):** As avaliações sobre "infraestrutura" referem-se à qualidade da rede de rodovias e comunicações, envolvendo os aspectos de infraestrutura logística e geral. A logística integra os principais negócios que envolvem desde o fornecedor primário até o consumidor e tornou-se hoje um elemento fundamental para a estratégia competitiva das empresas (Pinto, 2012).
- 2) **Custos com Energia Elétrica (CEE):** referem-se aos custos em Reais (R\$) da energia elétrica necessária para a operacionalização da atividade produtiva para as exportações, computados os tributos. Segundo estudo da FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (2011) a energia elétrica apresenta papel preponderante no setor industrial; no Brasil, a variação entre estados chega a 63%, além da média da tarifa (329,0 R\$/MWh é mais do que 50% superior à média de 215,5 R\$/MWh encontrada para um conjunto de 27 países do mundo).
- 3) **Acesso portuário (AP):** procura avaliar distâncias médias entre as indústrias exportadoras e portos aduaneiros presentes em cada estado ou nos estados vizinhos, que concretizam as exportações, procurando também se ter uma noção sobre os custos embutidos para o transporte das mercadorias ou execução de serviços;
- 4) **Recursos humanos (RH):** descreve uma abrangência geral que envolve a disponibilidade de mão-de-obra qualificada, produtividade de trabalho e graduados de universidades. Não existe necessidade de um grande número de funcionários especializados em comércio exterior, mas sim qualificados na área que a exportadora irá atuar, ou seja, procura representar o panorama da qualificação da mão-de-obra geral em cada estado;
- 5) **Existência e qualidade das ZPE:** representa a existência das Zonas de Processamento de Exportação no estado, o atendimento às necessidades diretas das empresas exportadoras e eficiência de acesso a tratamentos tributário, cambial e administrativo específicos;
- 6) **Tributos estaduais (TE):** critério que avalia os índices estaduais tributários e seu possível impacto relacionado à comercialização dos produtos através da atividade de exportação.

4.2 Matriz de Avaliação

A matriz de avaliação com as informações pertinentes aos critérios considerados, relevantes para o problema é apresentada na tabela 2. Os valores representam o desempenho avaliado das alternativas em cada critério considerado. Para elicitación dos pesos dos critérios utilizou-se o método *swing weights*, que procura inferir do decisor pontuações sobre a atratividade sobre cada critério e posteriormente calcula seus pesos.

Tabela 2 – Avaliação de Desempenho e determinação dos pesos dos critérios

Critérios ⇨		INFRA	CEE (R\$)	AP (média em km)	RH (%)	ZPE	TE (%)
Alternativas ↓	Pesos ⇩						
		24,0 %	15,0 %	18,0 %	15,0 %	21,0 %	7,0 %
<i>a</i> ₁	Acre	Pobre	479,25	= 100 km	16,7 %	Regular	17 %
<i>a</i> ₂	Alagoas	Boa	450,53	= 100 km	8,3 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₃	Amapá	Pobre	288,29	= 100 km	8,3 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₄	Amazonas	Moderada	340,66	> 300 km	41,7 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₅	Bahia	Moderada	386,04	= 100 km	41,7 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₆	Ceará	Moderada	458,05	= 100 km	25,0 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₇	Distrito Federal	Muito Boa	456,59	= 100 km	58,3 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₈	Espirito Santo	Boa	639,28	< 100 km	50,0 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₉	Goiás	Moderada	619,72	= 100 km	50,0 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₁₀	Maranhão	Pobre	544,89	< 100 km	8,3 %	Regular	17 %
<i>a</i> ₁₁	Mato Grosso	Moderada	630,52	< 100 km	41,7 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₁₂	Mato Grosso do Sul	Boa	543,03	= 100 km	33,3 %	Excelente	17 %
<i>a</i> ₁₃	Minas Gerais	Moderada	559,12	> 300 km	75,0 %	Regular	18 %
<i>a</i> ₁₄	Pará	Pobre	608,17	> 300 km	16,7 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₁₅	Paraíba	Moderada	467,93	< 100 km	8,3 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₁₆	Paraná	Muito Boa	613,3	= 100 km	75,0 %	Inexistente	18 %
<i>a</i> ₁₇	Pernambuco	Moderada	469,47	= 100 km	33,3 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₁₈	Piauí	Pobre	473,64	< 100 km	8,3 %	Regular	17 %
<i>a</i> ₁₉	Rio de Janeiro	Muito Boa	653,27	< 100 km	83,3 %	Excelente	19 %
<i>a</i> ₂₀	Rio Grande do Norte	Moderada	400,43	< 100 km	25,0 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₂₁	Rio Grande do Sul	Boa	547,8	< 100 km	66,7 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₂₂	Rondônia	Pobre	508,36	> 300 km	25,0 %	Inexistente	17 %
<i>a</i> ₂₃	Roraima	Moderada	287,73	> 300 km	8,3 %	Regular	17 %
<i>a</i> ₂₄	Santa Catarina	Boa	605,77	< 100 km	66,7 %	Excelente	17 %
<i>a</i> ₂₅	São Paulo	Muito Boa	521,44	< 100 km	91,7 %	Excelente	18 %
<i>a</i> ₂₆	Sergipe	Moderada	404,52	< 100 km	16,7 %	Boa	17 %
<i>a</i> ₂₇	Tocantins	Pobre	545,75	> 300 km	8,3 %	Regular	17 %

4.3 Matriz de Normalização

A fim de realizar uma análise entre aplicar o método aditivo MAUT (*Multi-Attribute Utility Theory*), que utiliza a expressão de um critério único de síntese para compor um *Ranking* e a aplicação do método de sobreclassificação ELECTRE I, efetivamente utilizado nesse trabalho, foi realizada uma normalização dos valores da matriz de avaliação, conforme a expressão (1) de Almeida (2013, p. 38) e baseado na tabela 3, para compor as pontuações dos critérios subjetivos.

$$v'_j(a_i) = \frac{v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)}{\text{Max } v_j(a_i) - \text{Min } v_j(a_i)}, \text{ onde} \quad (1)$$

$v'_j(a_i)$ → valor normalizado para a alternativa a_i avaliada no critério j ;

$v_j(a_i)$ → valor da alternativa a_i avaliada no critério j ;

$\text{Max } v_j(a_i)$ → valor máximo da alternativa a_i avaliada no critério j ;

$\text{Min } v_j(a_i)$ → valor mínimo da alternativa a_i avaliada no critério j .

Tabela 3 – Conversão Escalas qualitativas / ordinal

INFRA	AP	ZPEs	Pontuação
Pobre	> 300 km	Inexistente	1
Moderada	> 200 km	Ruim	2
Boa	= 100 km	Regular	3
Muito Boa	< 100 km	Boa	4
Excelente	< 50 km	Excelente	5

Uma nova matriz normalizada foi então considerada, conforme a tabela 4. No *Ranking* MAUT (última coluna da tabela 4) foi considerada a agregação através de um critério único de síntese. Apesar de não ser essa a problemática explorada para esse trabalho, ela foi considerada com o intuito de direcionar a aplicação para uma possível natureza compensatória do problema, sendo que isso poderia também acontecer se a análise fosse assim caracterizada. Com essa variação pode-se ter uma noção de como o problema seria resolvido se uma natureza compensatória fosse considerada, porém não é esse o caso dessa aplicação. Então, um método de sobreclassificação foi aplicado, considerando a correta natureza não compensatória dos dados apresentados para esse problema.

Tabela 4 – Normalização da Matriz de avaliação e *Ranking* MAUT

Critérios → ↓ Alternativas Pesos →		INFRA	CEE	AP	RH	ZPEs	TE	Rank Maut
		24,0%	15,0%	18,0%	15,0%	21,0%	7,0%	
<i>a</i> ₂₅	São Paulo	0,75	0,20	0,75	0,92	1,00	0,18	1º
<i>a</i> ₁₉	Rio de Janeiro	0,75	0,00	0,75	0,83	1,00	0,18	2º
<i>a</i> ₂₄	Santa Catarina	0,50	0,06	0,75	0,67	1,00	0,18	3º
<i>a</i> ₁₂	Mato Grosso do Sul	0,50	0,16	0,50	0,33	1,00	0,18	4º
<i>a</i> ₈	Espirito Santo	0,50	0,02	0,75	0,50	0,75	0,18	5º
<i>a</i> ₂₀	Rio Grande do Norte	0,25	0,50	0,75	0,25	0,75	0,18	6º
<i>a</i> ₅	Bahia	0,25	0,54	0,50	0,42	0,75	0,18	7º
<i>a</i> ₂₆	Sergipe	0,25	0,48	0,75	0,17	0,75	0,18	8º
<i>a</i> ₁₁	Mato Grosso	0,25	0,03	0,75	0,42	0,75	0,18	9º
<i>a</i> ₁₅	Paraíba	0,25	0,31	0,75	0,08	0,75	0,18	10º
<i>a</i> ₇	Distrito Federal	0,75	0,34	0,50	0,58	0,00	0,18	11º
<i>a</i> ₁₇	Pernambuco	0,25	0,31	0,50	0,33	0,75	0,18	12º
<i>a</i> ₆	Ceará	0,25	0,34	0,50	0,25	0,75	0,18	13º
<i>a</i> ₁₆	Paraná	0,75	0,05	0,50	0,75	0,00	0,18	14º
<i>a</i> ₂₁	Rio Grande do Sul	0,50	0,15	0,75	0,67	0,00	0,18	15º
<i>a</i> ₂₃	Roraima	0,25	1,00	0,00	0,08	0,50	0,18	16º
<i>a</i> ₁₃	Minas Gerais	0,25	0,13	0,00	0,75	0,50	0,18	17º
<i>a</i> ₁₈	Piauí	0,00	0,30	0,75	0,08	0,50	0,18	18º
<i>a</i> ₁₀	Maranhão	0,00	0,16	0,75	0,08	0,50	0,18	19º
<i>a</i> ₂	Alagoas	0,50	0,35	0,50	0,08	0,00	0,18	20º
<i>a</i> ₁	Acre	0,00	0,29	0,50	0,17	0,50	0,18	21º
<i>a</i> ₃	Amapá	0,00	1,00	0,50	0,08	0,00	0,18	22º
<i>a</i> ₉	Goiás	0,25	0,04	0,50	0,50	0,00	0,18	23º
<i>a</i> ₄	Amazonas	0,25	0,72	0,00	0,42	0,00	0,18	24º
<i>a</i> ₂₇	Tocantins	0,00	0,16	0,00	0,08	0,50	0,18	25º
<i>a</i> ₂₂	Rondônia	0,00	0,22	0,00	0,25	0,00	0,18	26º
<i>a</i> ₁₄	Pará	0,00	0,06	0,00	0,17	0,00	0,18	27º

4.4 Escolha do Método

Para Vincke (1992) a diferença entre os métodos *outranking* está na maneira de formalizar toda a definição difusa inerente a cada problema. Neste trabalho o método ELECTRE I foi escolhido a fim de selecionar alternativas, principalmente pelas relações de preferências com características não compensatórias e intransitivas, inerentes ao problema abordado. As principais características da família dos métodos ELECTRE consideradas para a escolha do método estão resumidas no quadro 1:

Quadro 1 – Comparações entre os métodos ELECTRE

Métodos ELECTRE		ELECTRE I	ELECTRE II	ELECTRE III	ELECTRE IV
1	Tipo de critério	Verdadeiro critério	Verdadeiro critério	Pseudo critério	Pseudo critério
2	Informação adicional das preferências	- pesos - concordância - discordância	- pesos - concordância - discordância	- pesos	-
3	Necessidade de uma quantificação da importância relativa dos critérios	Sim	Sim	Sim	Não
4	Possibilidade de levar em consideração limiares de indiferença e/ou preferência	Não	Não	Sim	Sim
5	Relação <i>Ou ranking</i>	Determinística	Determinística	Difusa	Determinística forte, fraca
6	Informação final	Núcleo	Pré-ordem parcial	Pré-ordem parcial	Pré-ordem

Fonte: Adaptado de Vincke (1992)

O método ELECTRE I aplica-se principalmente no tratamento de alternativas discretas avaliadas qualitativamente, para uma ordenação parcial das alternativas. A ideia desse método é separar do conjunto total das alternativas aquelas que são preferidas na maioria dos critérios de avaliação, e que não causam um nível inaceitável de descontentamento nos outros critérios. A comparação entre as alternativas é feita pelo estabelecimento de uma relação de preferência, R , não necessariamente transitiva. Por exemplo, sendo a_1 , a_2 e a_3 três alternativas diferentes, a_1Ra_2 significa que a_1 é preferível a a_2 , no entanto, a_1Ra_2 e a_2Ra_3 não implicam que a_1Ra_3 .

O método aceita que as razões que levam a estabelecer as duas primeiras comparações podem ser diferentes das que levam à terceira. Na determinação da relação de preferência R , são muito importantes os conceitos de concordância e discordância.

A concordância entre duas alternativas a e b representa a preferência do Decisor em escolher a alternativa a no lugar da b .

No cálculo da concordância $i = \{1, 2, \dots, n\}$ representa o conjunto dos n critérios de avaliação, e $\{a_k: k=1, 2, \dots, n\}$ representa o conjunto dos pesos associados aos n critérios. Estes pesos são determinados pelo julgamento de valor do Decisor. O conjunto total é dividido em três subconjuntos. Os índices de Concordância e Discordância são calculados conforme expressões (2) e (3):

$$C_{(a,b)} = \frac{\sum W^+ + \frac{1}{2}W^-}{\sum W^+ + W^- + W^-} \quad (2)$$

- W^+ → pesos dos critérios segundo os quais a é preferível a b ;
 $W^=$ → pesos dos critérios segundo os quais a é indiferente a b ;
 W^- → pesos dos critérios segundo os quais a não é preferível a b ;
 $D_{(a,b)} = \max \left[\frac{Z_{bk} - Z_{ak}}{Z_k^* - Z_k^-} \right]$ para todo k , onde b é preferível a a (3)
 $(b \succ a)$ → conjunto de alternativas em que b é preferida a a ;
 k → critérios segundo os quais b é preferível a a ;
 Z_{bk} → avaliação da alternativa b segundo o critério k ;
 Z_{ak} → avaliação da alternativa a segundo o critério k ;
 Z_k^* → melhor grau de avaliação obtido para o critério k ;
 Z_k^- → pior grau de avaliação obtido para o critério k .

O ELECTRE I fornece uma ordenação completa das alternativas através da construção de uma ordem completa. No método ELECTRE I, o conjunto das alternativas a considerar é reduzido mediante a determinação de um subconjunto denominado *Kernel* (K), definido por:

1. Nenhum sistema em K domina outro sistema também em K .
2. Cada sistema fora do *Kernel* é dominado pelo menos por um sistema em K .

5. Resultados

Após a aplicação do ELECTRE I, chegou-se aos resultados da figura 3, que apresenta a composição do *kernel*. Duas variações foram consideradas, uma com os limiares de preferência e indiferença $p = 0,7$; $q = 0,5$ e outra com $p = 0,8$; $q = 0,5$. Essas variações foram construídas a fim de verificar sobre repetições ou confirmações das alternativas que sempre permanecem no *kernel*, mesmo variando os valores de p e q , de modo que a análise se torne mais rígida ou mais flexível.

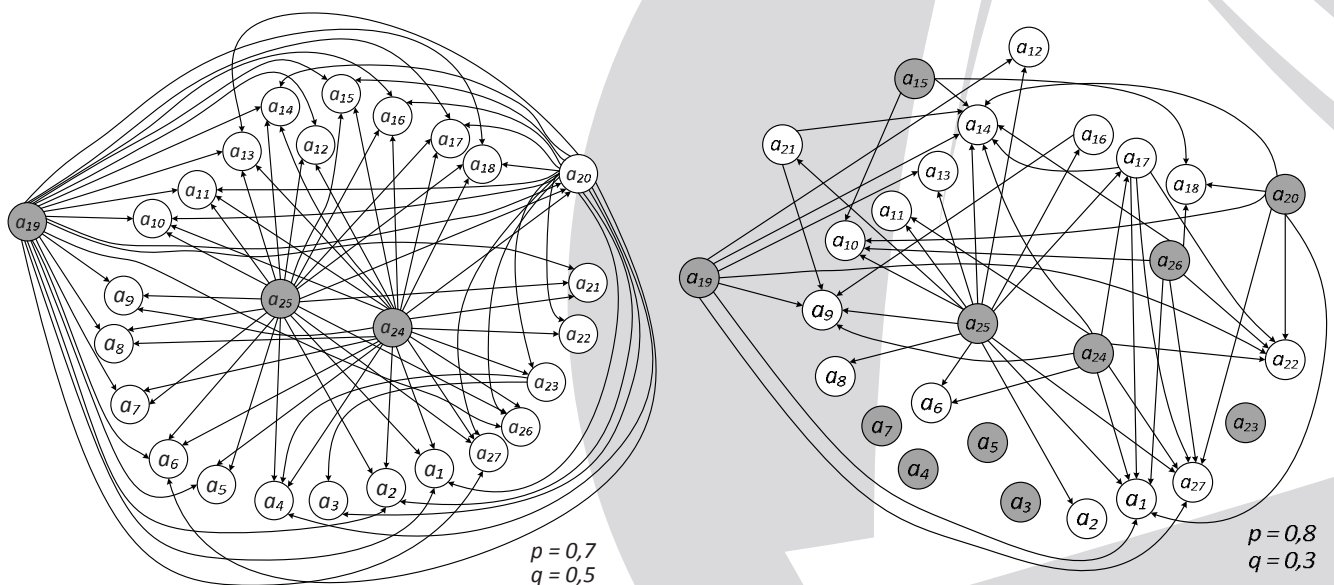


Figura 3 – Principais interações do grafo do ELECTRE I e identificação do *Kernel*

A Figura 3 apresenta os grafos das alternativas (em cinza) que foram alocadas no *kernel* pelo método ELECTRE I, identificando as alternativas escolhidas como as que apresentam o melhor compromisso para com a maioria dos critérios elencados. Neles também são consideradas algumas variações nos limiares de preferência e indiferença (p e q).

Percebe-se nos resultados dos grafos da figura 3 que as alternativas a_{19} , a_{24} e a_{25} permaneceram presentes nas duas variações e ainda em comparação com o *Ranking* MAUT construído na tabela 4, essas alternativas ocuparam os primeiros lugares naquele *Ranking*. Isso denota e reforça a eficiência da utilização da análise multicritério, quando se deseja avaliar um problema sobre as várias perspectivas (critérios) que ele apresenta.

Os resultados para essa aplicação, nesse momento, demonstram as capacidades dos estados em atender as empresas exportadoras com boa infraestrutura, proximidade de portos, baixos ou aceitáveis custos com energia elétrica, tributos coerentes e zonas eficientes de processamento para exportações.

Outras variações poderiam ainda ser exploradas, a fim de detectar também as fragilidades do contexto, ou seja, os estados que não possuem um desenvolvimento propício e que necessitam de atenção e investimentos para incentivar a instalação e desenvolvimento das empresas exportadoras.

6. Considerações finais

Essa investigação inicial procurou mapear os estados no Brasil que estão mais preparados para receber empresas exportadoras e desenvolvê-las, a fim de atingir níveis desejáveis de crescimento para exportações. Também, como extensão dessa análise pode-se vislumbrar uma aplicação mais detalhada deste trabalho, procurando no interior dos estados encontrados no *kernel*, municípios que apresentem essa solução de melhor compromisso com o problema abordado e que possam atrair investimentos para instalação de empresas exportadoras. Isso poderia ser tratado utilizando-se a mesma metodologia, porém com um foco mais específico para os municípios dentro dos estados.

Como contribuição para o planejamento governamental, essa análise pode avaliar também os estados que não apresentaram condições positivas para a instalação dessas empresas ou que ficaram fora do *kernel*. A partir daí poderiam se desenvolver ações para estruturar esses estados e elevá-los ao nível dos demais. Assim, os decisores e responsáveis pelo planejamento governamental, podem-se utilizar da metodologia proposta neste trabalho, com vistas a equilibrar a oferta de locais corretamente estruturados para as empresas exportadoras em todo o território nacional.

Entender também as fraquezas e suas especificidades é de vital importância para o decisor, no momento em que ele precisa decidir sobre como promover alternativas para o aumento da eficiência e da produtividade industrial e desenvolvimento econômico.

Este trabalho procurou construir uma contribuição aos conceitos de alocação de empresas exportadoras no Brasil, explorando uma técnica de análise sobre múltiplos aspectos. A análise multicritério nesse contexto, associada à utilização do método ELECTRE I, permite visualizar um núcleo de alternativas por um novo ponto de vista, no qual os gestores governamentais e de empresas exportadoras podem decidir, com base em um estudo especializado, sobre as alternativas de solução e locais em que desejam investir.

Algumas variações nessa metodologia ainda poderão existir e, conforme cada contexto explorado, a metodologia apoiada na análise multicritério tem a vantagem de direcionar e readequar as aplicações para uma construção onde os critérios podem efetivamente representar as preferências dos decisores e as problemáticas estudadas. Também o desenvolvimento apresentado neste trabalho poderá auxiliar nas diretrizes globais da gestão estratégica nas empresas ligadas ao comércio internacional.

Referências

- Almeida, A.T.** Processo de Decisão nas Organizações: Construindo modelos de decisão multicritério. *Editora Atlas S.A.*, ISBN: 978-85-224-8011-1, São Paulo, Brasil, 2013.
- Alves J.R.X., Alves, J.M.** (2014). Definição de localidade para instalação industrial com o apoio do método de análise hierárquica (AHP). *Prod. Online*, **25**(1): 13-26.
- Cândido M.S., Lima F.G.** (2010) Crescimento econômico e comércio exterior: teoria e evidências para algumas economias asiáticas. *Revista de economia contemporânea*, **14**(2):303-325.
- Carver, S.J.** (1991) Integrating multi-criteria evaluation with geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Systems*, **5**(3):321-339.
- Corujo M.S.** A contribuição do geomarketing para processo decisório de localização de empresas de varejo: Um estudo de caso em uma empresa de vestuário feminino. Pontifícia Universidade Católica. Rio de Janeiro, 2014.
- FIRJAN Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro** (2011) Quanto custa a energia elétrica para a indústria no Brasil? Rio de Janeiro/RJ.
- Harrington J.W., Warf B.** Industrial locations, principles, practice and policy. Routledge, New York. ISBN: 0-415-10479-3, 1995.
- Hessels, J.; Stel, A.V.** (2009) Entrepreneurship, export orientation, and economic growth. *Small Business Economy*, DOI 10.1007/s11187-009-9233-3.
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística** (2015) Indicadores conjunturais em 2015. <Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisas/indicadores.php>. Acesso em 25 de abril de 2015.
- Kon A.** Economia Industrial. Nobel, São Paulo. ISBN: 85-213-0780-2, 1999.
- Lee J.** (2011) Export specialization and economic growth around the world. *Economic Systems* 35:45-63
- Malczewski, J.** GIS and multicriteria decision analysis. *John Wiley & Sons*, 1999.
- MDIC, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Zonas de Processamento de Exportação, Brasil**, 2014.
- Méxas M.P.** (2011) Multicritério aplicado à seleção de sistemas de informação: uma revisão bibliográfica. *Revista Eletrônica Sistemas & Gestão*, **6**(3):366-383, DOI: 10.7177/sg.2011.v6.n3.a9.
- Neves R.B., Pereira V., Costa H.G.** (2012) Auxílio multicritério à decisão aplicado ao planejamento e gestão na indústria de petróleo e gás. *Revista Produção*, DOI: 10.1590/S0103-65132013005000060.
- Pinto, M.** (2012) A infraestrutura brasileira e os desafios na logística de distribuição de grãos de soja para exportação. Centro Universitário de Brasília. Brasília/DF.
- Vincke, P.** Multicriteria Decision-Aid, *John Wiley & Sons Ltd.* ISBN: 0-471- 93184-5, 1992.
- World Bank** GDP Ranking. World Bank Group 2015 <Disponível em: <http://data.worldbank.org/data-catalog/GDP-ranking-table>. Acesso em: 24 de abril de 2015.