

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA E MÉTODO MULTICRITÉRIO  
PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO**

**WELLINGTON GONÇALVES**

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA RITA PONTES ASSUMPÇÃO**

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E URBANISMO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**INTEGRAÇÃO DE TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA E MÉTODO MULTICRITÉRIO  
PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO**

**WELLINGTON GONÇALVES**

**ORIENTADORA: PROFA. DRA. MARIA RITA PONTES ASSUMPÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, como requisito para obtenção do Título de Doutor em Engenharia de Produção.

SANTA BÁRBARA D'OESTE

2016

## DEDICATÓRIA

Ofereço este trabalho a minha tia Elen Rose (*in memoriam*) que em vida sempre me motivou a ir mais longe, e nunca me contentar com o óbvio.

Dedico este trabalho àquelas pessoas **muito** especiais: minha esposa e companheira Verana Maria Fornaciari Gonçalves, meus filhos Kevin Fornaciari Gonçalves, Karen Fornaciari Gonçalves, meus pais Miguel Gonçalves e Rute de Lacerda Gonçalves; ao meu irmão William Gonçalves. **Amo Muito Vocês.**

## AGRADECIMENTOS

Sempre imaginei ser esta a pior parte da tese para escrever, talvez porque a vida não se coloca em uma análise multivariada de dados, regressão, ou qualquer outra formulação matemática, posso afirmar que não é pelo *p-value* que descobrimos a significância das pessoas na nossa trajetória.

À DEUS, o Grande Arquiteto do Universo, doutor dos doutores, por toda a saúde, força e sabedoria que me transmite para vencer os desafios diários, me encorajando a seguir em frente, muito obrigado.

Peço licença a todos, mas a primeira pessoa que necessito agradecer é a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Rita Pontes Assumpção. Faltam-me adjetivos e palavras para expressar o que sinto por essa pessoa que se doou completamente para que esse momento chegasse. Sua orientação e suas sugestões valiosas, foram essenciais para a conclusão desta pesquisa. Sou grato e estou honrado por ter sido seu aluno, e por me moldar e formar doutor, muito obrigado.

Agradeço aos professores convidados para as bancas de qualificação e de defesa, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Célia de Oliveira, Prof. PhD. Carlos Roberto Camello Lima, Prof. PhD. Iris Bento da Silva e Prof. PhD. Marcelo Seido Nagano, agradeço pelo aceite e pelas valiosas contribuições para a melhoria do trabalho.

Ao Prof. PhD. Paulo Afonso Lopes da Silva pelo incentivo e orientação quando da realização do mestrado no Instituto Militar de Engenharia (IME).

Aos especialistas que participaram do pré-teste do instrumento de coleta, pela cordialidade, pontualidade e valiosas contribuições.

Às empresas e prefeituras que proporcionaram as interações e comunicações necessárias para a realização deste trabalho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) pela oportunidade de realização do doutorado, ao coordenador do curso Prof. Dr. André Luís Helleno por sua dedicação e compreensão para com a minha pessoa, aos Professores do Curso de Doutorado os quais nunca mediram esforços para compartilhar seus conhecimentos, meu muito obrigado pelos momentos agradáveis de aprendizado. E, em especial a secretária Marta Helena T. Bragaglia com sua atenção, dedicação e profissionalismo sempre esteve pronta a me auxiliar nos assuntos administrativos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos de doutorado.

À turma de 2013 e demais colegas alunos do programa, pelo apoio, incentivo e amizade, principalmente nas horas difíceis. Jamais esquecerei dos amigos que fiz neste curso: Fernando Nascimento Zatta, Aliomar Lino Mattos, Marisa Rocha Lopes e Maick Roberto Lopes, pelo convívio e troca de experiências.

Aos colegas dos Departamento de Engenharias e Tecnologia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em especial aos meus amigos Prof. Dr.



Rodrigo Randow, Prof. Dr. Thiago Padovani Xavier, Prof. Dr. Osmar Vicente Chevez Pozo e Prof. Dr. Keydson Quaresma Gomes.

Agradeço a minha maravilhosa família, a começar pela minha metade, Verana Maria Fornaciari Gonçalves, com quem eu sei que passarei por muitos, e muitos momentos de felicidade como este, e que é a pessoa que o GADU escolheu para ser minha companheira nas horas boas e ruins, que fica sentada comigo às noites me olhando trabalhar, que me faz salada de frutas, suco e sanduíche natural para estudar, que finge ser plateia para eu ensaiar, e que me tranquiliza dizendo: “calma, a tua hora vai chegar!”, querida muito obrigado.

Ao meu filho Kevin Fornaciari Gonçalves que sabe ser criança, e ao mesmo tempo um participante ativo das minhas tarefas e atividades profissionais, além de me incentivar, faz questão de dar dicas, como por exemplo: “ouça com atenção o que a sua professora diz!”, não tenho dúvidas que será um grande homem, querido e amado filho muito obrigado.

O que dizer da minha filha Karen Fornaciari Gonçalves? Posso ilustrar com uma pequena fala dada a ela no início do ano, num momento que fui questionado como a minha professora me ensinava, ela disse: “Papai me ensina como ela te ensinou? Eu quero do jeito que ela te faz pensar e escrever”. Reservando as proporções, eu fiz... E, hoje com 5 anos ela sabe contar histórias para sua turma e escrever cartas maravilhosas.

Agradeço a Ele (GADU) também por me permitir e manter os meus pais ao meu lado, com a saúde que eles têm hoje. Agradeço ao meu irmão William Gonçalves que sempre me motivou. Sou grato por esses familiares que sempre entenderam as minhas faltas e momentos de afastamento e reclusão.

Aos meus irmãos de loja que souberam perdoar as minhas faltas nas reuniões, e a todos os demais espalhados por toda a face da terra.

Ah! Obrigado UNIMEP por me apresentar o Karate, uma arte que inicialmente era para me auxiliar a ter melhor concentração e resistência física, hoje com todas as dificuldades, estou chegando a faixa marrom, quase preta, conquistadas com muita luta perseverança e estímulo.

## RESUMO

GONÇALVES, Wellington. **Integração de Técnicas de Análise Multivariada e Método Multicritério para Localização de Centros de Distribuição**. 2016. 145 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia Arquitetura e Urbanismo, Universidade Metodista de Piracicaba, Santa Bárbara d'Oeste – SP.

O comércio mundial, depois de 1990, intensificou as operações nos terminais portuários, devido ao crescimento do fluxo mundial de mercadorias. Para agilizar o fluxo de carga ao comércio exterior, sua movimentação deve ser de modo mais integrado entre as regiões de negócios (*hinterlands*) e os portos. Essa integração recebe o nome de regionalização portuária. Este trabalho propõe um modelo para indicação de local para instalação de Centros de Distribuição (CD's) para apoio à regionalização portuária. Este modelo utiliza Técnicas de Análise Multivariada (*Structural Equation Modeling* - SEM) e Método Multicritério (*Analytic Hierarchy Process* - AHP). A fundamentação teórica para elaboração do modelo relaciona dimensões e variáveis associadas à regionalização portuária, considerando corredores de transporte e localização de CD's. Este modelo é validado em dois corredores de transporte, que interligam o Leste e Oeste de Minas Gerais (MG) ao Espírito Santo (ES) e às regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (ES). Com base na análise de conteúdo, chegou-se à verificação da aderência do modelo na prática das empresas e de governanças locais. A partir da avaliação das três etapas do modelo (estruturação, verificação e hierarquização) determinou-se a localização de um CD. O modelo mostrou a relação entre custos de construção e de operação, e impactos motivados pela geração de emprego e renda como relevantes para a localização do CD. Os resultados basearam-se em opiniões de envolvidos e interessados na regionalização do Porto de Vitória (ES). Este modelo poderá apoiar tomada de decisão para planejamento regional e estabelecimento de políticas governamentais relacionadas a projetos de investimentos em infraestrutura, logística e transportes.

**Palavras-chave:** Regionalização Portuária; Técnicas de Análise Multivariada; Método Multicritério; Localização; Centros de Distribuição.

## ABSTRACT

GONÇALVES, Wellington. **Technical integration Multivariate Analysis and Multicriteria Method for Distribution Centers Location**. 2016. 145 p. Thesis (Ph.D. in Production Engineering) – Faculty of Architecture and Urban Engineering, Methodist University of Piracicaba, Santa Barbara d'Oeste – SP.

World trade, after 1990, intensified operations in port terminals, due to the growth of the global flow of goods. To expedite the flow of cargo to foreign trade, their movement should be more integrated way across business areas (hinterlands) and ports. This integration is called port regionalization. This paper proposes a model for local indication for distribution centers installation (CD's) to support the port regionalization. This model uses techniques Multivariate Analysis (Structural Equation Modeling - SEM) and Multicriteria method (Analytic Hierarchy Process - AHP). The theoretical basis for developing the model relates dimensions and variables associated with port regionalization, considering transport corridors and CD's location. This model is validated in two transport corridors, which connect the East and West of Minas Gerais (MG) to Espírito Santo (ES), and the Northeast, Rio Doce and Center-West (ES) in to Vitória (ES). Based on content analysis, we came to the verification of compliance of the hybrid model in the practice of companies and local governances. From the evaluation of the three stages of the hybrid model (structuration, verification and hierarchization) location was determined from a CD. The model showed the relationship between construction and operating costs, and impacts motivated by the generation of employment and income as relevant to the location of the CD. The results were based on opinions of involved and interested in the regionalization of the Port of Vitória (ES). This model can support decision making for regional planning and establishment of related government policies to investment projects in infrastructure, logistics and transport.

**Keywords:** Regionalization Port; Techniques Multivariate Analysis; Multicriteria Method; Location; Distribution Centers.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFC	Análise Fatorial Confirmatória
AGFI	<i>Adjusted Goodness-of-Fit Index</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
AMD	Análise Multivariada de Dados
AMOS	<i>Analysis of MOment Structures</i>
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes AQUaviários
CD	Centro de Distribuição
CFI	<i>Comparative Fit Index</i>
DELPHI	<i>Delphi method</i>
<i>df</i>	<i>degree of freedom</i>
ELECTRE	<i>ELimination and Choice Expressing REality</i>
ES	Estado do Espírito Santo
GFI	<i>Goodness-of-Fit Index</i>
GRA	<i>Grey Relational Analysis</i>
IC	Índice de Consistência
IR	Índice de consistência Randômico
LISREL	<i>LInear Structural RELationships</i>
MCDA	<i>Multi-Criteria Decision Analysis</i>
MEE	Modelagem de Equações Estruturais
MG	Estado de Minas Gerais
ML	<i>Maximum Likelihood method</i>
MOORA	<i>Multi objective Optimization On the basis of Ratio Analysis</i>
MVA	<i>MultiVariate data Analysis</i>
PIL	Programa de Investimentos em Logística
PPGEP	Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations</i>
RC	Razão de Consistência dos julgamentos
RMSEA	<i>Root Mean Square Error of Approximation</i>
SEM	<i>Structural Equation Modeling</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
TOPSIS	<i>Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution</i>
TUP	Terminais de Uso Privado
ton	Toneladas
VIKOR	<i>VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje</i>

**LISTA DE SÍMBOLOS**

$\chi^2$	<i>Chi-square</i> ou Qui-quadrado
$C_\alpha$	Alfa de <i>Cronbach</i>
$\eta$	Variáveis endógenas latentes
$\xi$	Variáveis exógenas latentes
$y$	Variáveis manifestas latentes associadas às variáveis endógenas
$x$	Variáveis manifestas associadas às variáveis latentes exógenas
$\epsilon$	Erros de medição associados com a variável manifesta $y$
$\delta$	Erros de medição associados com a variável manifesta $x$
$\Lambda_y$	Matriz dos coeficientes de regressão de $y$ sobre $\eta$ designadas como cargas das variáveis endógenas
$\Lambda_x$	Matriz dos coeficientes de regressão de $x$ sobre $\xi$ denominadas cargas das variáveis exógenas
$\zeta$	Erros de medição de variáveis latentes endógenas
<b>B</b>	Matriz de coeficientes de relações estruturais a ser estimada, indica o efeito entre as variáveis latentes endógenas
<b><math>\Gamma</math></b>	Matriz de coeficientes de relações estruturais a mensurar, indica a influência dos atributos entre as variáveis latentes exógenas nas variáveis latentes endógenas

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Estrutura da tese .....	09
Figura 2 –	Regionalização portuária .....	10
Figura 3 –	Funções do porto, CD e corredores de transporte na regionalização portuária .....	11
Figura 4 –	Iteração comercial entre <i>hinterland</i> e <i>foreland</i> .....	12
Figura 5 –	<i>Hinterlands</i> portuárias contínuas e descontínuas .....	13
Figura 6 –	<i>Foreland</i> e <i>Hinterlands</i> como base para regionalização portuária .....	15
Figura 7 –	Geografia para atendimento à <i>hinterlands</i> .....	16
Figura 8 –	Função dos corredores de transporte .....	18
Figura 9 –	Ligações de proximidade e intermediação para distribuição de cargas .....	20
Figura 10 –	Comércio internacional, cadeia de transporte e fluxos de carga .....	25
Figura 11 –	Cadeia de suprimentos e localização de CD's .....	27
Figura 12 –	Sistema básico de cadeias de suprimento .....	28
Figura 13 –	Representação gráfica de um modelo de SEM .....	41
Figura 14 –	Modelo teórico da SEM .....	53
Figura 15 –	Exemplo de estrutura hierárquica do AHP .....	56
Figura 16 –	Síntese do método AHP .....	59
Figura 17 –	Síntese das etapas da abordagem metodológica e desenvolvimento da pesquisa .....	60
Figura 18 –	Exemplo de questão de pesquisa .....	68
Figura 19 –	Estrutura do modelo proposto .....	75
Figura 20 –	Síntese das etapas para operacionalização da SEM .....	76
Figura 21 –	Gráfico síntese das opções para localização de CD levantadas pela <i>survey</i> .....	79
Figura 22 –	Modelo de mensuração da SEM .....	81
Figura 23 –	<i>Confirmatory Factor Analysis</i> do Modelo de mensuração da SEM .....	82
Figura 24 –	Modelo de mensuração reespecificado da SEM ( $v_1$ ) .....	84
Figura 25 –	<i>Confirmatory Factor Analysis</i> do Modelo de mensuração reespecificado da SEM .....	85
Figura 26 –	Estrutura hierárquica estabelecida a partir das etapas de estruturação e verificação .....	88
Figura 27 –	Resultados dos vetores de prioridade .....	88
Figura 28 –	Pesos das opções obtidos a partir dos vetores de prioridade .....	89

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 –	Movimentação de cargas portuárias brasileiras .....	02
Tabela 2 –	Índice de consistência <i>Randômico</i> (IR) .....	58
Tabela 3 –	Proporção da população .....	64
Tabela 4 –	Proporção do tamanho da amostra de acordo com a população .....	66
Tabela 5 –	Escala preferencial .....	67
Tabela 6 –	Proporção do tamanho da amostragem do teste do instrumento de coleta de dados .....	70
Tabela 7 –	Valores críticos para <i>Z score</i> .....	73
Tabela 8 –	Proporção da amostragem de acordo com a população pesquisada .....	74
Tabela 9 –	Valores de Assimetria ( <i>Skewness</i> ) e de Curtose ( <i>Kurtosis</i> ) .	79
Tabela 10 –	Índices de ajuste obtidos para verificação de consistência do modelo de mensuração .....	83
Tabela 11 –	Índices de ajuste obtidos a partir da reespecificação .....	84
Tabela 12 –	Teste de hipótese a partir do modelo reespecificado da SEM .....	86
Quadro 1 –	Características da literatura revisada sobre a localização de CD's .....	29
Quadro 2 –	Conjunto de dimensões e variáveis segundo a literatura ....	34
Quadro 3 –	Conceitos utilizados relacionados a SEM .....	38
Quadro 4 –	Simbologia utilizada na representação gráfica de modelos de equações estruturais .....	39
Quadro 5 –	Variáveis e parâmetros do <i>LISREL</i> na SEM .....	40
Quadro 6 –	Índices de ajuste para verificação de consistência do modelo teórico da SEM .....	46
Quadro 7 –	Dimensões e variáveis obtidas após o teste do instrumento de coleta de dados .....	70
Quadro 8 –	Dimensões e variáveis obtidas após a reespecificação .....	87

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>IX</b>
<b>LISTA DE SÍMBOLOS</b>	<b>X</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS E QUADROS</b>	<b>XII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E LACUNAS DE PESQUISA	01
1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS	04
1.3. JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA	05
1.4. ESTRUTURA GERAL	08
<b>2. REGIONALIZAÇÃO PORTUÁRIA E SELEÇÃO DE LOCAL PARA CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO</b>	<b>10</b>
2.1. REGIONALIZAÇÃO PORTUÁRIA	10
2.2. CORREDORES DE TRANSPORTE	17
2.3. MODELOS E MÉTODOS DE LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO	26
2.3.1. EMBASAMENTO TEÓRICO DO MODELO PROPOSTO PARA LOCALIZAÇÃO DE CD'S	32
<b>3. TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA E MÉTODO MULTICRITÉRIO</b>	<b>35</b>
3.1. <i>STRUCTURAL EQUATION MODELING</i> (SEM)	35
3.1.1. HIPÓTESES DE PESQUISA	47
3.2. <i>ANALYTIC HIERARCHY PROCESS</i> (AHP)	53
<b>4. MÉTODO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA</b>	<b>60</b>
4.1. MÉTODO	62
4.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO E DA AMOSTRA	63
4.1.2. ELABORAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	66
4.1.3. VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS	69
4.1.4. COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS	71
4.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA	74
4.2.1. MODELO PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO	74
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>78</b>
<b>6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>91</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>94</b>
<b>APÊNDICES</b>	<b>104</b>



## 1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo apresenta o problema de pesquisa, seguido das lacunas evidenciadas na literatura. Na sequência, são expostos o objetivo e passos da pesquisa. Ao final, destaca-se a relevância da contribuição e a estrutura da tese.

### 1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA E LACUNAS DE PESQUISA

O comércio mundial, depois de 1990, intensificou as operações nos terminais portuários, devido ao crescimento do fluxo mundial de mercadorias. O crescimento na movimentação portuária demandou investimentos para a otimização da distribuição de carga (RODRIGUE et al., 2013). Para Fraser e Notteboom (2014), este crescimento implicou em aumentar ramificações e conexões entre corredores de transporte e portos por meio de modelos de gestão para integração do fluxo de carga. Estes modelos, denominados pelos autores como de conectividade, envolvem recursos (sistemas e estruturas) considerando atividades logísticas e infraestrutura, com o foco na localização das atividades de distribuição.

No Brasil, as atividades de movimentação de cargas, são realizadas em sua maioria, pelos portos organizados sob a forma de exploração ou por concessão pela União. As operações portuárias são feitas sob controle e jurisdição da Administração do Porto (Autoridade Portuária) e de Terminais de Uso Privado (TUP). Os TUP's constituem instalações privadas que exploram operações portuárias de movimentação, embarque e desembarque mediante autorização concedida pela União (BRASIL, 2013). A lei nº 12.815/2013 dispõe sobre a exploração dos serviços portuários, possibilitando que as operações sejam realizadas por empresas privadas.

A movimentação de cargas portuárias brasileiras no período 2010-2015 cresceu

20% (Tabela 1), sendo que 65,1% destas foram movimentadas pelos TUP's. A parte restante foi de responsabilidade dos portos organizados (ANTAQ, 2015). O Porto de Vitória (ES) tem se mantido, ao longo desse período, entre as 10 primeiras instalações portuárias em movimentações de carga.

**Tabela 1** – Movimentação de cargas portuárias brasileiras

Ano	Milhões de ton	Porto de Vitória (ES) Milhões de ton
2010	839	6,6
2011	886	8,11
2012	904	6,83
2013	929	5,06
2014	968	6,99
2015	1007	6,51

**Fonte:** ANTAQ (2015)

Galvão et al. (2013) destacam que, embora a movimentação de cargas em portos organizados e TUP's brasileiros apresentem crescimento, suas operações possuem baixo desempenho em comparação às operações das instalações portuárias de outros países. Estes autores indicam a necessidade de melhoria no fluxo de cargas nos corredores brasileiros de transporte até os portos, por meio da interiorização de atividades portuárias.

Witte et al. (2014) apontam a localização de Centros de Distribuição (CD's) em corredores como um dos aspectos para melhoria do fluxo de carga até os portos. Estes CD's podem antecipar (na exportação) ou servir para postergar (na importação) atividades portuárias em zonas secundárias. Isso facilita o descongestionamento nos portos e desenvolve a regionalização portuária (RODRIGUE et al., 2013).

O conceito de regionalização portuária é apresentado por Rodrigue e Notteboom (2010), o qual compreende a expansão regional de captação e distribuição de carga em conexão com o transporte marítimo. Essa expansão de atividades pela localização de CD's, gera impactos socioeconômicos e ambientais na região sob influência do porto (*hinterland*), despertando a atenção da população e de lideranças locais (MONIOS; WILMSMEIER, 2012).

O atendimento a diferentes interesses e a atributos que otimizem as atividades dos corredores de transporte e dos portos, pode gerar a necessidade de tratar antagonismos para localização de CD's. A todos os envolvidos no e pelo funcionamento do Centro de Distribuição, adota-se o nome de interessados (*stakeholders*). Assim, a definição de local para instalação de CD's para regionalização portuária é um problema de múltiplas dimensões, por envolver interessados com perspectivas diferentes (TOMIĆ et al., 2014). Chang e Lin (2015) destacam que este problema deve considerar as relações entre variáveis que expressam estes interesses e atributos.

Tomić et al. (2014) utilizaram um método multicritério, considerando a alocação eficiente dos recursos, para selecionar opções que atendessem aos diferentes interesses dos atores envolvidos, buscando sinergias na integração das atividades dos corredores de transporte e portos, e o desenvolvimento da regionalização portuária.

Diante do exposto na caracterização do problema de pesquisa, formula-se a questão norteadora desta tese:

*Como técnicas de análise multivariada podem auxiliar no equilíbrio de diferentes interesses na localização de Centros de Distribuição utilizando-se método multicritério?*

Este problema já foi analisado sob o ponto de vista relacional, segundo a Visão Baseada em Recursos, por Raimbault et al. (2015). Estes autores utilizaram diversas escalas para mensurar o fluxo de cargas, segundo o perfil dos *stakeholders* envolvidos. No entanto, a proposta não analisa as correlações existentes entre constructos, e, com isso, não permite verificar quais devam ser utilizados na tomada de decisão.

Wang et al. (2014) propõem um modelo multicritério para localização de CD, baseado no conhecimento dos tomadores de decisão, e, por meio da introdução da lógica *fuzzy*, para obter precisão dos julgamentos de constructos e opções, e com isso, diminuir possíveis incompatibilidades quanto às escolhas realizadas.

Embora o modelo desses autores indique a melhora da confiabilidade e adequação da seleção de locais para CD's, estes não realizam uma análise das inter-relações entre variáveis, que permita ajustar os efeitos de uma variável sobre outras variáveis, e dessa forma, estabelecer um modelo ajustado às necessidades dos *stakeholders*.

Neste trabalho, o problema de localização de CD's foi analisado utilizando uma abordagem híbrida, por meio do método multicritério *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e da técnica *Structural Equation Modeling* (SEM). Assim, o modelo aqui proposto, além de buscar eficiência das operações e o aumento da competitividade dos portos, considera também os aspectos, a saber:

- diminuição de impactos negativos (poluição atmosférica e geração de resíduos) gerados pelos CD's;
- descarte de resíduos pelo CD's;
- aumento da empregabilidade e do recolhimento de tributos (geração de receita aos municípios).

Deste modo, esta proposta é de apoio a uma regionalização portuária, não apenas sob o ponto de vista econômico, mas também ambiental e social.

## 1.2. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

O objetivo deste trabalho é a proposição de um modelo para indicação de local para instalação de CD's. Este modelo associa técnicas de análise multivariada ao método multicritério. Para atendê-lo, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos:

- i.* Identificar e caracterizar um conjunto de critérios e subcritérios (dimensões e variáveis) que influenciam a decisão de localização de CD's, para ser utilizado na análise multivariada;

- ii. Aplicar a *Structural Equation Modeling* (SEM) para análise de consistência do conjunto de critérios;
- iii. Utilizar o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para priorização de locais para instalação de CD;
- iv. Validar o modelo nos corredores de transporte ao Porto de Vitória (ES).

### 1.3. JUSTIFICATIVAS E RELEVÂNCIA

As atividades de movimentação de carga influenciam o desenvolvimento regional de negócios, com a criação de novos postos de trabalho e sustentação dos já existentes (MONIOS; WILMSMEIER, 2013). Essas atividades contribuem com o desenvolvimento da regionalização portuária (MARTÍNEZ-PARDO; GARCIA-ALONSO, 2014).

Compreende-se que a instalação de um CD aumenta a competitividade do porto a que serve, impulsionando, também, segundo Iannone (2012), a economia das regiões de sua *hinterland* (área de influência do porto). Deng et al. (2013) examinaram a relação entre portos e economia regional, concluindo que a oferta de serviços logísticos tem efeito positivo sobre a demanda portuária. Estes autores apontam ainda, que o aumento das atividades de movimentação de carga incrementa o desenvolvimento da economia regional e, portanto, a regionalização portuária.

Este trabalho foca no desenvolvimento da regionalização portuária. Assim, além do incremento econômico, há também que se considerar aspectos de melhoria das condições sociais e a minimização de impactos negativos ao meio ambiente, decorrentes da instalação e das operações de CD em um local específico. As condições sociais foram analisadas pelo aspecto econômico, e, pela possibilidade de aumento da empregabilidade e de renda gerada. Já os aspectos ambientais foram analisados por duas dimensões: geração de poluição e

capacidade de descarte. Essas dimensões, embora consideradas na seleção de local de CD's urbanos, não o foram para CD's em zonas secundárias.

Para Rodrigues et. al. (2014), o problema de localização de CD's, é visto tradicionalmente como uma questão econômica de minimização dos custos relacionados ao transporte de produtos. De acordo com estes autores, a implantação de CD's reduz o tráfego em centros urbanos, proporcionando condições para distribuição eficiente de cargas.

Rodrigue e Notteboom (2010) destacam que a regionalização portuária está ligada à *hinterlands* e a economia regional. Segundo estes autores, este conceito define que portos concorrentes podem servir uma mesma *hinterland*, e que as diferenças regionais e as especificidades de cada porto, determinam como a regionalização portuária contribui com a economia.

Sob perspectiva prática, este trabalho pode auxiliar na melhoria do serviço de movimentação aos demandantes do fluxo de carga do e para o porto, apoiando o desenvolvimento da economia regional. A validação do modelo é feita para o Porto de Vitória (ES), responsável em 2015 por 0,65% da movimentação portuária no Brasil. Outra contribuição, é, em relação à melhora da configuração da cadeia de suprimentos, em termos de agilidade da movimentação de cargas, podendo com isso, ser beneficiada com um modelo adaptável a diferentes cenários.

As abordagens multicritério, baseadas no uso do método de análise hierárquica (*Analytic Hierarchy Process – AHP*), ponderam as escolhas por diferentes interessados para seleção do local mais apropriado, conforme a percepção dos mesmos (CAY; UYAN, 2013). Este método constrói esta seleção, hierarquizando as opções mais adotadas entre todas, segundo dimensões específicas, buscando a convergência de opiniões entre os tomadores de decisão (OPASANON; LERTSANTI, 2013).

Bagum e Rashed (2014) utilizaram o AHP, analisando a proximidade do local com os mercados ofertantes e demandantes na movimentação de carga. Estes

autores adotam ponderações sobre fatores de decisão (dimensões) para comparar opções disponíveis. Van Den Berg e De Langen (2011) avaliaram a capacidade de captação de parceiros comerciais, ponderando o crescimento potencial da concorrência.

Alguns autores refletem sobre a necessidade de análise de correlação entre diferentes dimensões, trazendo robustez e consistência ao processo de busca de consenso entre os tomadores de decisão, essência do método de análise hierárquica (CHANG; LIN, 2015). Bagum e Rashed (2014) e, Szeremeta-Spak e Colmenero (2015) propõe estimar pesos para as opções disponíveis aos decisores. Estes pesos seriam estimados a partir do julgamento de usuários.

Özcan et al. (2011) defendem a necessidade de correlacionar as dimensões na tomada de decisão. Eles consideram a percepção dos usuários e de operadores logísticos para localização de armazéns, com o objetivo de minimizar custos de implantação do CD, com ponderações diferenciadas aos atributos, conforme o local analisado. Cay e Uyan (2013) defendem a necessidade de correlação de fatores de localização e de ponderação das escolhas, devido a existência de interesses conflitantes apreendidos na percepção de *stakeholders* e usuários.

Kouvelis et al. (2013) fazem análise de correlação de dimensões associadas ao mercado e, de características dos diferentes locais para instalação de plantas industriais e de centrais de distribuição para atendê-las. Estes autores focam na elaboração de estratégia para definir locais para instalação das unidades de operação (manufatura e centros de distribuição), da cadeia de suprimentos internacional. Para tanto, fazem uso de equações estruturais para estimar, representar e testar relações entre as dimensões de escolha dos locais. Os resultados sugerem que o gerenciamento integrado das atividades de produção e armazenagem, levando em conta custos de transporte e tarifas dos serviços logísticos, implica em escolhas mais assertivas para a competitividade da cadeia produtiva com capilaridade global.

Para Awasthi et al. (2011), a atividade de transporte tem crescido e afetado as condições de viagem e de vida em áreas urbanas. Estes autores consideram

que este crescimento promove impactos negativos na cidade, como congestionamentos, e no meio ambiente (poluição sonora e atmosférica). Os resultados indicam que as administrações municipais tendem a implementar legislações que gerem condições sustentáveis para movimentação de cargas, como tempo restrito e zonas de entrega de acordo com a atividade comercial.

Observou-se, pela revisão de literatura, uma lacuna para aplicar a SEM associada ao método multicritério AHP para localização de CD's, como sendo uma oportunidade para desenvolver esta tese.

#### 1.4. ESTRUTURA GERAL

A organização lógica do conteúdo apresenta exposição do estado atual e de lacunas presentes na literatura, iniciando com o porquê da realização do trabalho, definindo em seguida seu problema e objetivo, métodos e desenvolvimento da pesquisa, resultados e discussão, culminando com as conclusões (Figura 1).

Esta tese está organizada em seis capítulos, incluindo este inicial (Capítulo 1), que contextualiza as justificativas e relevância, após apresentar o problema de pesquisa e como o objetivo foi desenvolvido. O Capítulo 2 expõe conceitos e a fundamentação teórica a partir da literatura. No Capítulo 3, são apresentados técnicas de análise multivariada (SEM) e método multicritério (AHP) empregados no modelo proposto.

O Capítulo 4 caracteriza o método de estudo e o desenvolvimento da pesquisa, no qual é apresentado o modelo para indicação de local para instalação de Centros de Distribuição. Na sequência, o Capítulo 5 discute os resultados encontrados. As conclusões são apresentadas no Capítulo 6, sendo os resultados discutidos do ponto de vista teórico, com seus possíveis impactos tecnológicos e econômicos, bem como as limitações, recomendações e as proposições de trabalhos futuros. Finalmente, são expostas as referências, seguida dos apêndices.



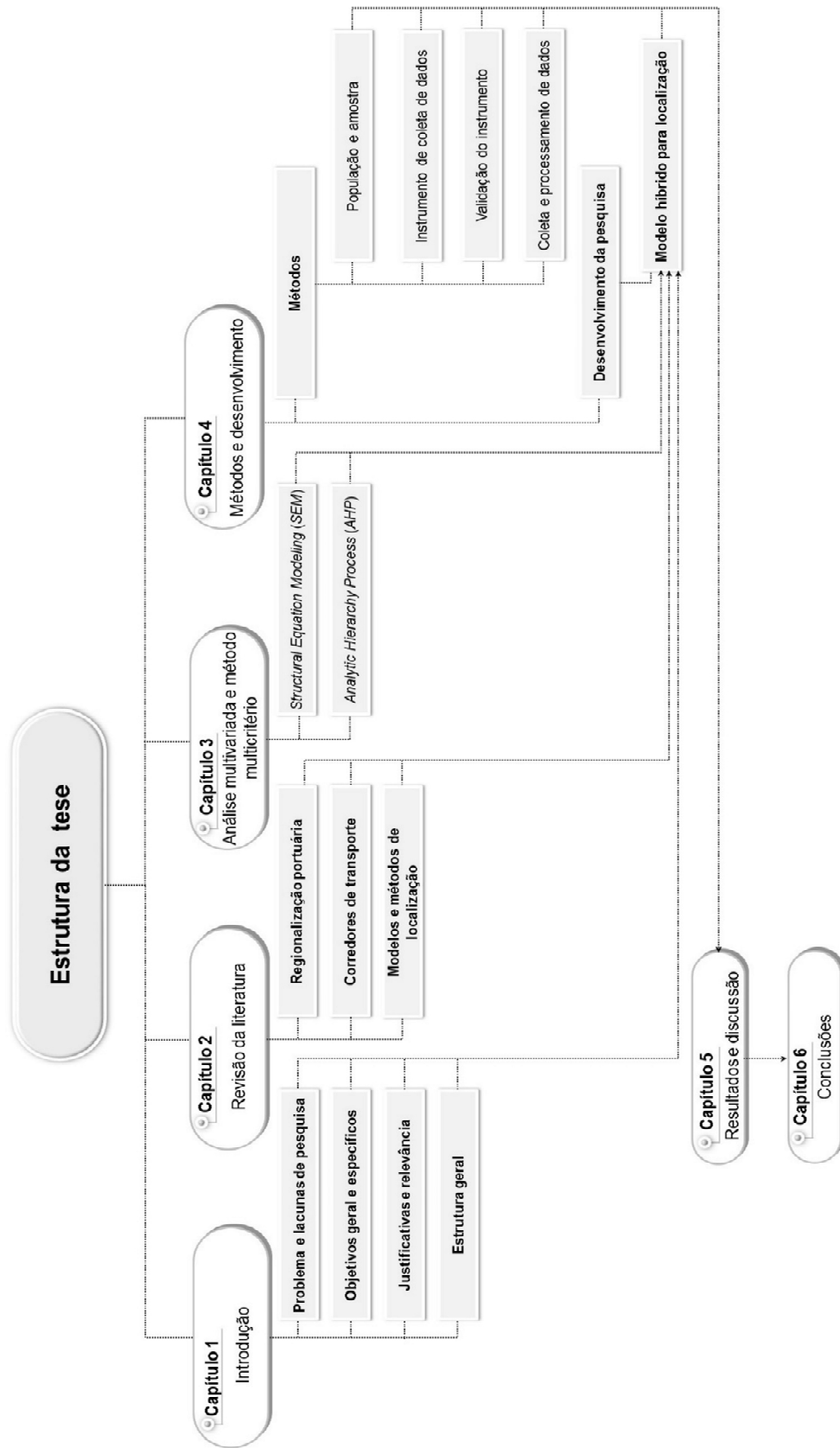


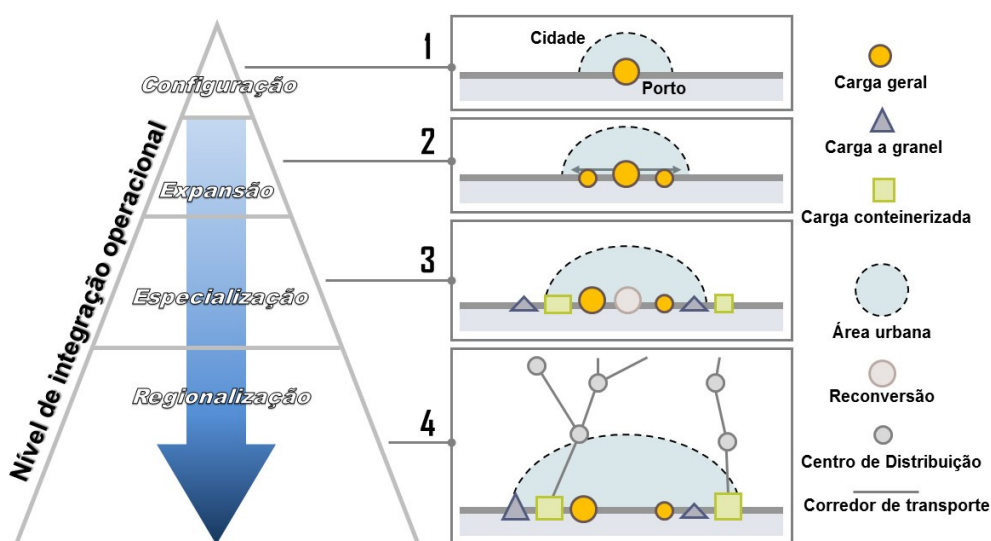
Figura 1 – Estrutura da tese

## 2. REGIONALIZAÇÃO PORTUÁRIA E SELEÇÃO DE LOCAL PARA CENTRO DE DISTRIBUIÇÃO

Este capítulo apresenta o referencial teórico que fundamenta a pesquisa, expondo conceitos que envolvem aspectos relacionados a modelos para localização de CD, corredores de transporte e *hinterlands*, e regionalização portuária.

### 2.1. REGIONALIZAÇÃO PORTUÁRIA

Notteboom e Rodrigue (2005) descrevem que a regionalização portuária é caracterizada pela interdependência operacional de atividades de movimentação de cargas (Figura 2) e pelo desenvolvimento de redes para movimentar o fluxo de transporte gerado utilizando CD's. Para estes autores, o nível de integração operacional portuário começa pela configuração do tipo de movimentação que se deseja, passando pelo planejamento da expansão regional para detecção e atuação com diversas cargas, finalizando com a regionalização portuária, que surge como último nível da integração de suas *hinterlands*.

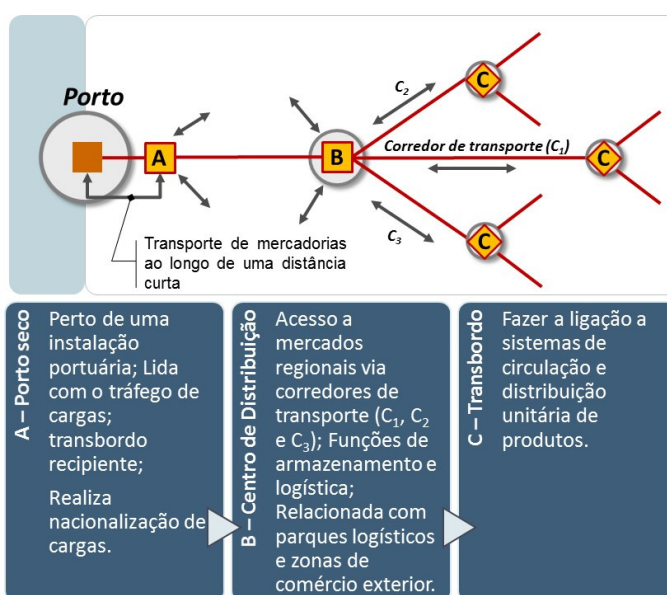


**Figura 2** – Regionalização portuária  
**Fonte:** Notteboom e Rodrigue (2005)

Segundo Van Leeuwen (2015), o porto pode ser entendido como importante elemento para o desenvolvimento das economias locais, regionais e nacionais. Para estes autores, o porto tornou-se importante parte do sistema de distribuição de cargas, devido a globalização das atividades comerciais.

Wilmsmeier et al. (2015) destacam que as atividades operacionais do porto, estão cada mais influenciadas pelas movimentações de cargas, sendo fomentadas pelas *hinterlands*. Para estes autores a separação física de produção e consumo, que caracteriza as cadeias de suprimento globais, resulta no movimento de produtos não apenas entre os portos, mas de, e, para áreas secundárias afastadas da costa.

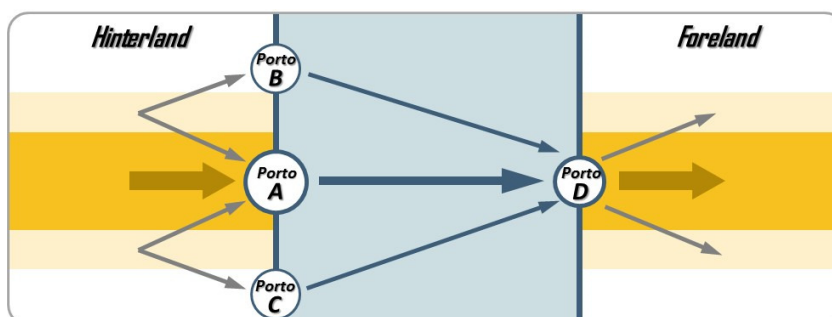
O desempenho de corredores de transporte e portos influencia diretamente a eficiência e a competitividade de uma economia regional (RODRIGUE et al., 2013). No contexto da concorrência entre os portos, para Álvarez-SanJaime et al. (2015), tem ocorrido uma crescente cooperação entre as empresas envolvidas na movimentação de cargas, incluindo os serviços portuários. Estes autores afirmam que os portos devem ser entendidos como nós de uma rede de transporte, os quais, funcionam como ponto de transbordo (transferência de um modo de transporte para outro), ligando as *hinterlands* para o resto do mundo (Figura 3).



**Figura 3** – Funções do porto, CD e corredores de transporte na regionalização portuária  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

Para Song e Van Geenhuizen (2014), o investimento em infraestrutura portuária contribui para o crescimento das economias regionais envolvidas nas operações de distribuição de cargas. Estes autores destacam os investimentos em infraestrutura dos corredores de transporte estão relacionadas com o tipo e capacidade de terminais portuários, características operacionais do CD e *hinterlands*.

É consenso na literatura que as mudanças na economia mundial, devido à globalização dos mercados, provocaram aumento no comércio internacional marítimo e transporte de cargas (RODRIGUE et al., 2013; MARTINEZ-PARDO; GARCIA-ALONSO, 2014; RAIMBAULT et al., 2015). Para Wang et al. (2016), o comércio marítimo é responsável por uma importante parte do comércio global, e um porto, fornece infraestruturas para o movimento de carga entre *hinterlands* e o mar (Figura 4). Estes autores afirmam que, devido à relação porto-comércio global, pode-se obter conhecimento de como as *hinterlands* e corredores de transporte afetam o *market share* do porto.



**Figura 4** – Iteração comercial entre *hinterland* e *foreland*

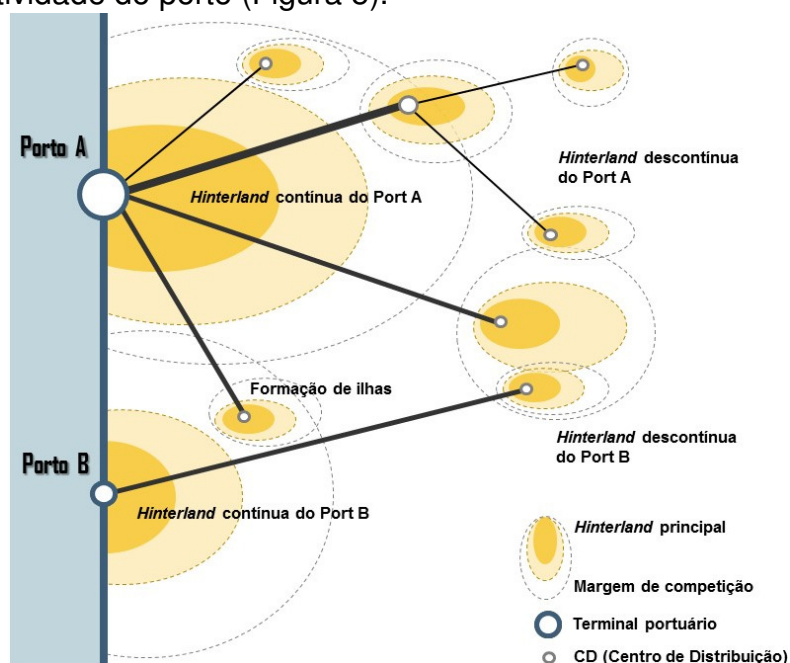
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

Para Rodrigue et al. (2013), a *foreland* é o espelho no oceano de uma ou mais *hinterlands*, referindo-se aos portos e mercados no exterior, ligados por transporte e serviços portuários. Estes autores afirmam que a *foreland* também deve ser entendida como um espaço marítimo, em que um porto executa relações comerciais (Figura 4).

Com o surgimento de portos concentradores, que têm a finalidade de reconduzir cargas em volumes menores, o conceito de *foreland* foi expandido, para um porto que pode servir uma *hinterland*, por meio de uma ligação marítima (RAIMBAULT

et al., 2015). O *foreland* é medido pela participação de um porto ou um grupo de portos, em que são definidas as interações de um porto com elementos da economia global (MARTINEZ-PARDO; GARCIA-ALONSO, 2014).

De acordo com Rodrigue e Notteboom (2011), depois de mais de meio século de operações, diversos portos estão enfrentando pressões para melhorar a sua capacidade e desempenho, em função das limitações na disponibilidade de terras para a expansão. Com isso, para estes autores, a regionalização portuária, por meio da integração com corredores de transporte, pode ser vista como uma estratégia que tem sido usada para aproximação junto as *hinterlands*, e melhora da competitividade do porto (Figura 5).



**Figura 5** – *Hinterlands* portuárias contínuas e descontínuas

**Fonte:** Rodrigue e Notteboom (2011)

Segundo Rodrigue et al. (2013), a *hinterland* principal de um porto é considerada contínua; no entanto, devido a características específicas das regiões (em zonas secundárias), as *hinterlands* assumem diversos formatos e características, sendo conceituadas como descontínuas (Figura 5). De acordo com estes autores, o tamanho de cada uma das *hinterlands* depende da frequência de serviço e dos custos de movimentação. Ilhas no interior das *hinterlands* costumam ser criadas, e isso se explica, devido o CD atingir custo e serviços que proporcionem vantagem competitiva comparada a outros portos marítimos concorrentes.

Monios e Wilmsmeier (2013) consideram como importantes as relações interinstitucionais para o desenvolvimento da regionalização portuária. Estes autores defendem que a estratégia portuária para interiorização de suas atividades deva considerar os CD's como importante elemento na distribuição de carga. Eles consideram essas instalações como elo de ligação na interdependência entre porto, corredores de transporte e *hinterlands*.

Segundo Ducruet e Itoh (2016), problemas de distribuição de cargas do, e, para o porto, tem sido relevantemente discutidos na literatura, dada a importância nas operações de movimentação regionais, e economia local. Estes autores, defendem que a literatura tende a negligenciar os impactos socioeconômicos das regiões, deixando de verificar opções que contribuam com a economia regional, a qual, por conseguinte, afeta as atividades operacionais portuárias e o desempenho da cadeia de suprimentos junto às *hinterlands*.

Rodrigue e Notteboom (2010) e Rodrigue et al. (2013) defendem a regionalização de atividades como recurso competitivo do porto, pela consequente ampliação de seu *market share*. Para estes autores, a vantagem competitiva concedida pela regionalização portuária, ocorre pela integração da *hinterland*, porto e navegação marítima, com maior frequência na movimentação de carga.

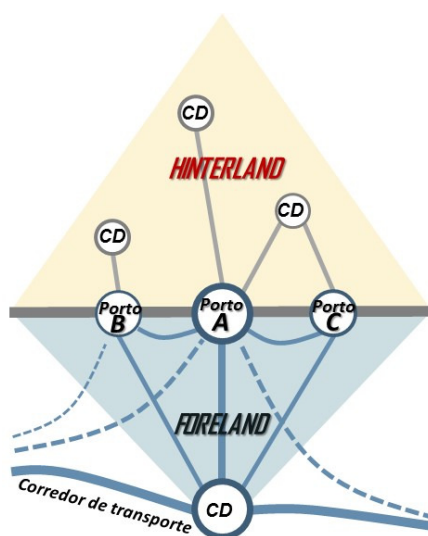
A transição para a fase de regionalização é caracteristicamente um processo gradual dos portos, sendo orientada para o mercado, o qual, deve espelhar a integração logística entre *hinterlands* e novos parceiros comerciais (VEENSTRA; NOTTEBOOM, 2011).

Segundo Haezendonck et al. (2014), a regionalização portuária está relacionada diretamente às condições de demanda e de operação de cargas, a curto, médio e longo prazo, que as *hinterlands* podem e tendem oferecer. Além disso, estes autores, enfatizam que as *hinterlands* podem aumentar a concorrência entre os portos, devido as possibilidades de aumento de *market share* e acesso a novos corredores de transporte.

Monios e Wilmsmeier (2012) defendem que a localização de CD na região de expansão das atividades portuárias, deva considerar dimensões econômicas e o crescimento potencial da demanda por serviços logísticos. Isso é corroborado no estudo de Martinez-Pardo e Garcia-Alonso (2014), que associa a regionalização portuária com a ampliação da atuação geográfica do porto (expansão da *hinterland*).

Na opinião de Raimbault et al. (2015), as cidades têm redefinido sua função na distribuição de cargas para servirem de apoio às atividades portuárias, envolvendo tanto as *forelands*, quanto as *hinterlands* dos portos. Estes autores defendem que essa redefinição objetiva gerar menores custos e atrair investimentos.

Rodrigue et al. (2013), destacam que a regionalização portuária, também pode ser entendida como um processo que pode ocorrer a partir, tanto da *foreland*, quanto da *hinterland*, tendo como objetivo proporcionar uma continuidade da movimentação de cargas entre sistemas de transporte (Figura 6). Estes autores ressaltam que essa continuidade depende diretamente da localização de CD's, e dos corredores de transporte disponíveis.

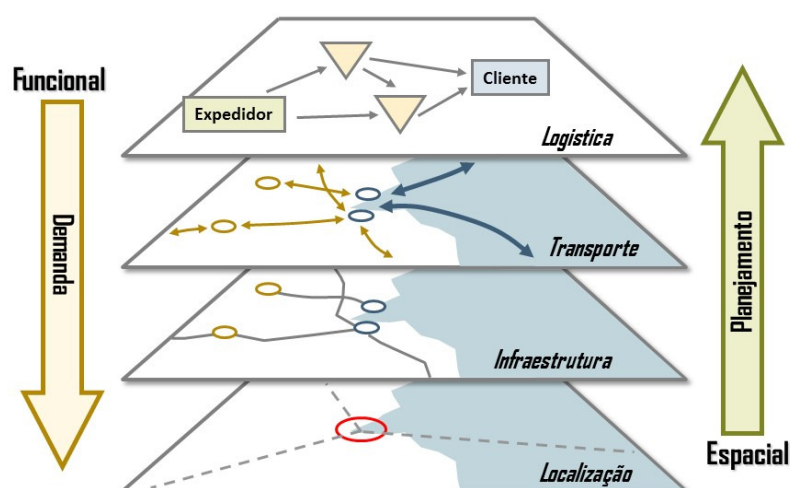


**Figura 6** – *Foreland* e *Hinterlands* como base para regionalização portuária  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

Segundo Park e Seo (2016), a relação porto-cidade e a oferta de serviços agregados, como por exemplo, a remontagem e embalagem de produtos ou

cargas intermediárias originárias do porto, contribuem significativamente para as economias regionais. De acordo com estes autores, não se pode generalizar soluções de movimentação de cargas, por existirem diferenças entre regiões e estas, tenderem estar associadas aos tipos de carga, nível de oferta de transporte, desenvolvimento do porto, e o nível de dependência econômica da região.

Para Rodrigue (2012), cada cadeia de suprimentos tem uma geografia distinta (Figura 7), a qual envolve as dimensões localização, infraestrutura, transporte e logística. Essa geografia, de acordo com estes autores, não tem recebido a atenção necessária, tanto por gestores que atuam nesta, quanto pela literatura, ao dedicarem suas investigações unicamente a gestão do transporte.



**Figura 7** – Geografia para atendimento à *hinterlands*

**Fonte:** Rodrigue (2012) e Rodrigue et al. (2013)

Bottasso et al. (2014), ao analisarem o impacto da atividade portuária no PIB regional, e, seus efeitos sobre regiões circunvizinhas, verificaram que terminais que regionalizam suas atividades, são capazes de lidar e planejar com necessidades de aumento de sua capacidade operacional, ao contrário daqueles que não expandem suas atividades de movimentação de cargas.

De acordo com Monios e Wilmsmeier (2013), os padrões de acessibilidade e segurança influenciam a regionalização portuária, por contribuírem para eficiência da movimentação de cargas. Para estes autores, a maioria das



idades necessitam realizar adequações para apoio ao porto.

Gouvernal et al. (2012) investigaram portos que apresentaram perdas em sua eficiência operacional ao realizarem expansões regionais de suas atividades. Estes autores evidenciaram que a inexistência de integração entre a regionalização portuária, corredores de transporte, CD's e portos, influenciam tais perdas.

Segundo Raimbault et al. (2015), a realização da regionalização portuária depende de legislação, do governo e de órgãos anuentes e intervenientes. Estes autores destacam que devido ao envolvimento desses atores e a regionalização portuária dar alcance operacional, há necessidade de políticas públicas voltadas ao comércio internacional.

Lugt et al. (2014) evidenciaram que autoridades portuárias (administração portuária), exercem influência direta na regionalização. Estes autores destacam que essa influência está relacionada ao atendimento das necessidades dos *stakeholders*, e ao papel de facilitador de operações que tais autoridades devem exercer.

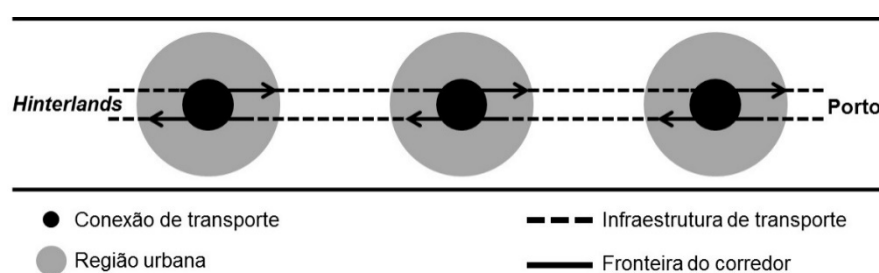
Para Monios e Wilmsmeier (2012), os portos necessitam encontrar soluções que atendam suas *hinterlands*, para atuarem com competitividade junto a concorrência, que possam auxiliar na minimização de restrições que limitem sua capacidade operacional. Estes autores verificaram que o uso do solo e corredores de transporte necessitam de ações integradas de planejamento.

## 2.2. CORREDORES DE TRANSPORTE

Segundo Rodrigue et al. (2013), um corredor de transporte é a orientação linear de uma ou mais rotas, em que fluxos para movimentação de cargas conectam locais, que podem atuar como origens, destinos ou pontos de transbordo. Para estes autores, os corredores de transporte por serem um meio de tráfego para

fluxos de carga, devem ter CD's em suas proximidades, para, com isso, estarem mais próximos de servirem às necessidades das *hinterlands* e dos portos.

Para Witte et al. (2012), devido ao aumento da demanda na comercialização de produtos, é importante minimizar os gargalos existentes em redes de transportes, sendo indicado utilizar CD's próximos a conexões (ou nós de transporte), de forma a atender ao fluxo de cargas, do e para o porto. No entanto, estes autores, enfatizam que por questões econômicas, espaciais e de governança, os corredores de transporte devem considerar tais conexões, devido aos modos de transporte afetarem a conectividade entre portos e *hinterlands* (Figura 8).



**Figura 8** – Função dos corredores de transporte  
**Fonte:** Witte et al. (2012)

Nos estudos de Fraser e Notteboom (2014), é afirmado que os terminais portuários e CD's podem melhorar sua atratividade e desempenho ao utilizarem corredores de transporte que atendam as expectativas dos usuários. No entanto, para que isso seja alcançado, estes autores defendem a necessidade de considerar as capacidades e recursos disponíveis do corredor, a infraestrutura existente, as atividades logísticas, incentivos fiscais e alianças empresariais.

Segundo Dorantes et al. (2012), a localização de CD's é uma consequência de vários fatores, tais como acesso a demanda, disponibilidade de mão de obra, e custos (construção e operação). Estes autores afirmam que corredores de transporte, podem ser utilizados para auxiliar a maximização da receita e do lucro do CD, devido as possíveis interações com novos parceiros comerciais (outros CD's e empresas) e mercados.

De acordo com Wiegmans e Louw (2011), as cidades e os portos necessitam ter corredores de transporte que possam atender suas demandas a curto, médio e

longo prazo. E isso, segundo estes autores, se aplica a partir da localização de CD's, que devem proporcionar condições de concentração de cargas, e, distribuição às *hinterlands*.

Na opinião de Wiśniewski (2015), corredores de transporte auxiliam o desenvolvimento ou proporcionam estagnação à regiões e cidades, podendo ainda possibilitar o surgimento de novos mercados ao longo de suas extensões. Este autor destaca que a importância de um corredor de transporte, é determinada não só pela infraestrutura, com parâmetros técnicos, mas, também pelo tipo de fluxos de carga que são realizados por meio desse corredor.

Para Janic e Vleugel (2012), os corredores de transporte moldam o desenvolvimento econômico regional. De acordo com estes autores, isso pode ser atribuído aos interessados (usuários e *stakeholders*) envolvidos, tais como governos regionais e empresas, além de cadeias de suprimento, que buscam alcançar maior eficiência em seus sistemas.

Corredores de transporte são importantes por incorporar ligações multimodais, servindo tanto a movimentação de cargas, quanto de passageiros, e por esse motivo, há necessidade de planejar a inter-relação entre a capacidade de transporte, custos, e, infraestrutura disponível (WITTE, 2014). No entanto, fatores como congestionamento de tráfego, problemas de capacidade de infraestrutura e preço de combustível, segundo Witte (2014), desafiam esse planejamento, por haver variações de percurso quanto ao atendimento às *hinterlands* mais afastadas dos portos.

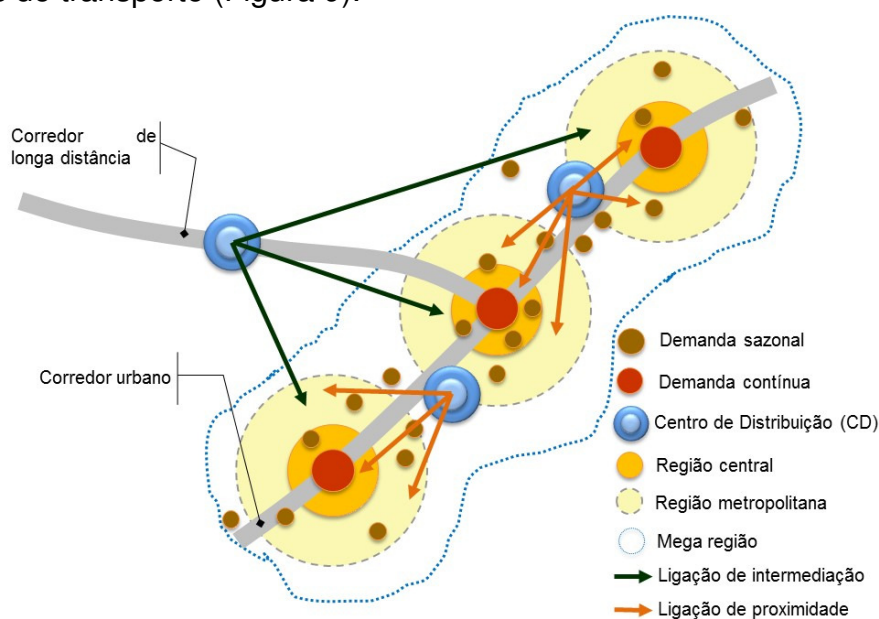
Por outro lado, a administração pública, ao planejar o zoneamento urbano, tem nos corredores de transporte elementos que tendem a contribuir com a movimentação de cargas do e para o porto (CHEN; NOTTEBOOM, 2014). Isso pode ser atribuído à necessidade de as cidades estarem preparadas para crescentes fluxos de carga, com padrões de acessibilidade adequados aos demandantes (BHATTACHARYA et al., 2014).

Para Öberg et al. (2016), dependendo da infraestrutura de transporte disponível,

e de sua capacidade, a participação de *stakeholders* nos corredores de transporte pode variar. Estes autores atribuem essa participação às condições de fluxos nos corredores de transporte para escoamento de cargas, sendo ainda destacado que a localização de CD's, exerce importante papel na movimentação de cargas entre portos e as cidades.

Segundo Pal (2015), as cadeias de suprimentos utilizam diferentes corredores de transporte para movimentação de cargas, conectando regiões e cidades, e com isso, influenciam o custo operacional dos portos. Dessa forma, a escolha de corredores de transporte, de acordo com Lehtinen e Bask (2012), possui importante papel na comercialização de produtos. Para estes autores, essa importância se deve a dispersão geográfica das *hinterlands*, a qual, tem na localização de CD's, a combinação de funções de concentração, armazenamento, transbordo e distribuição de cargas.

Devido a necessidade de melhoria operacional, segundo Rodrigue et al. (2013), diversos CD's têm migrado para locais mais acessíveis na periferia das áreas metropolitanas. Para estes autores, CD's, embora tenham gestão operacional independente, são ligados a diferentes cadeias de suprimentos, e isso, faz com que eles tendem a se aglomerar em espaços de logística nas proximidades dos corredores de transporte (Figura 9).



**Figura 9** – Ligações de proximidade e intermediação para distribuição de cargas  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

Witte et al. (2014) consideram que os CD's podem ser vistos como importantes elementos do desempenho operacional da cadeia de suprimentos. Estes autores verificaram, que corredores de transporte podem auxiliar a distribuição de cargas dos portos às *hinterlands*, reorientando fluxos de cargas e aliviando congestionamentos nos terminais portuários.

Para Gekara e Chhetri (2013), uma política regional direcionada à movimentação de cargas que proporcione condições de segurança aos *stakeholders*, pode proporcionar um corredor de transporte mais seguro. Assim, segundo estes autores, o porto tende a melhorar seu desempenho operacional ao expandir suas atividades nas proximidades das *hinterlands*, fomentando desenvolvimento econômico regional.

De acordo com Masiero e Maggi (2012), interrupções nas redes de corredores de transporte, geram consideráveis prejuízos econômicos e sociais a nível regional e nacional, sendo que, tais prejuízos variam de acordo com a dependência global da rede, e o risco associado a essa interrupção. Estes autores afirmam que essas interrupções podem causar alterações nos custos de operação, afetando tanto os portos, quanto os CD's.

Custo de transporte é um fator relevante na economia de qualquer nação. Para Márquez e Cantillo (2013), isto se deve à necessidade de uma mobilidade eficiente na movimentação de cargas, por haver uma influência sobre as economias regionais. No entanto, estes autores destacam que externalidades como o congestionamento, a poluição do ar e aumento de ruído, promovido pelos corredores de transporte e CD's, causam importantes impactos, os quais são decisivos na decisão de localização.

A priorização de investimentos em corredores de transporte, deve considerar as condições regionais de acesso e tráfego (THEKDI; LAMBERT, 2015). Segundo Clott e Hartman (2016), devido a quantidade de variáveis envolvidas na cadeia de suprimentos, os decisores devem utilizar métodos quantitativos de apoio à decisão para prever necessidades e orientar tais investimentos.

Ferrari et al. (2011) destacam que corredores de transporte urbano estão na interseção de espaços econômicos, demográficos e geográficos, executando funções de ligação entre *hinterlands* e portos. No entanto, essa interseção possui comportamento dinâmico ao longo do tempo, sendo influenciada pelas oscilações do mercado e políticas regionais (RODRIGUE et al., 2013).

Segundo Wilmsmeier et al. (2011), corredores de transporte e portos necessitam planejar ações em conjunto para atender a demanda, tendo em vista que os terminais portuários possuem relação geográfica com as *hinterlands*. Para estes autores essa relação deve ser monitorada e revista constantemente, tendo por base se a oferta de serviços atende ao perfil da demanda e as condições impostas pelo mercado.

A movimentação de cargas por meio dos corredores de transporte, desempenha um papel cada vez mais crescente no desenvolvimento e competitividade das economias nacionais e regionais (TSEKERIS, 2016). Os corredores de transporte inter-regionais são interdependentes, por envolverem interações com modais de transporte e infraestruturas distintas (ÖBERG et al., 2016).

Iannone (2012) considera que o planejamento de corredores de transporte tem se tornado cada vez mais importante na cadeia de suprimentos, com questões relacionadas a eficiência da distribuição de cargas e a diminuição dos custos. Segundo estes autores, a ausência de políticas claras e a existência de interesses diversificados entre os *stakeholders*, podem representar importantes restrições para a eficiência e crescimento dos corredores de transporte.

De acordo com Fraser e Notteboom (2014), o planejamento do corredor de transporte deve contemplar a identificação de atratividades, que estejam relacionadas com o sistema portuário e com as áreas que necessitam de intervenção para realizar operações de movimentação de cargas. Para estes autores, nesse planejamento devem ser considerados a capacidade física associada ao nível de utilização, a qualidade dos serviços prestados e o volume de circulação de carga no corredor.

Para Rodrigue et al. (2013), o conceito de *hinterlands* tem evoluído ao longo dos tempos, seguindo as transformações que ocorrem no transporte marítimo, nas movimentações portuárias e na gestão de negócios. Estes autores destacam que, corredores de transporte têm recebido especial atenção a partir do aumento de frete marítimo nas últimas duas décadas, devido a necessidade de ligações mais eficientes do porto para suas *hinterlands*.

As funções de um porto devem ser compreendidas como indo além do transporte (GEKARA; CHHETRI, 2013). Segundo Iannone (2012), essas funções envolvem atividades operacionais como: transbordo (transferência de carga de um meio ou veículo de transporte para outro) e armazenagem, as quais contribuem para o desempenho da movimentação de carga. Este autor destaca que as *hinterlands* podem auxiliar os portos no atendimento de fluxos de carga, a partir de corredores de transporte que tenham acessibilidade e infraestruturas disponíveis para serem expandidas.

Corredores de transporte que possuem como características, abranger longas distâncias e nível de acessibilidade para atender as *hinterlands* portuárias, de acordo com Ferrari et al. (2011), possuem menores custos de distribuição e servem melhor a diferentes regiões. Os resultados desses autores sugerem que estes corredores, permitem acessar *hinterlands* de portos concorrentes. Com isso, aumentam sua capacidade competitiva, ao proporcionar condições de aumentar seu *market share*.

Ao relacionarem *hinterlands* com as necessidades da demanda portuária, Van Den Berg e De Langen (2011), destacam a importância do conhecimento a respeito dos componentes das redes logísticas como possível melhora na acessibilidade ao porto.

Segundo Rodrigue e Notteboom (2010), as *hinterlands* podem interferir diretamente na ocorrência da regionalização das atividades de distribuição de cargas, sendo necessário estabelecer estratégias que possam não somente monitorar seus comportamentos, como também permitir ampliar ações com outros parceiros comerciais.

Nos países em desenvolvimento, o excesso de atividades administrativas redundantes (burocracia) pode ser apontado como importante limitação quanto ao planejamento e desempenho dos portos (RODRIGUE et al., 2013). No Brasil, por exemplo, atividades portuárias possuem regras e procedimentos que demandam o auxílio de um *broker* (despachante aduaneiro) ou pessoal devidamente credenciado e autorizado pela Receita Federal, de forma que possa viabilizar toda legalização ou nacionalização da carga (BRASIL, 2015).

Comparando situações de integração entre portos e *hinterlands*, Aronietis et al. (2011) consideram que a infraestrutura existente influencia a incidência de gargalos em horários de pico e em trechos cruciais de corredores de transporte. Eles evidenciaram a necessidade de elementos adicionais relacionados às necessidades dos *stakeholders* que pudessem elevar o volume de tráfego.

Um sistema portuário deve pautar sua expansão regional em suas *hinterlands*, e, por essa razão, segundo Liu et al. (2013), deve haver a identificação das variáveis que podem impulsionar a evolução do sistema de distribuição de cargas. Para estes autores mudanças ocorridas nos padrões de acessibilidade do corredor de transporte e das *hinterlands*, favorecem a realização de regionalização com chances a elevar o *market share* portuário.

Ao investigarem a estratégia adotada por portos sob o ponto de vista ambiental e social, Bergqvist e Egels-Zandén (2012) verificaram que essas estratégias influenciam as decisões tomadas nos corredores de transporte. Os resultados desses autores indicaram a possibilidade de utilizar taxas portuárias diferenciadas para cada tipo de corredor, que podem ser usadas como ferramenta para aprimorar a eficácia do sistema de distribuição.

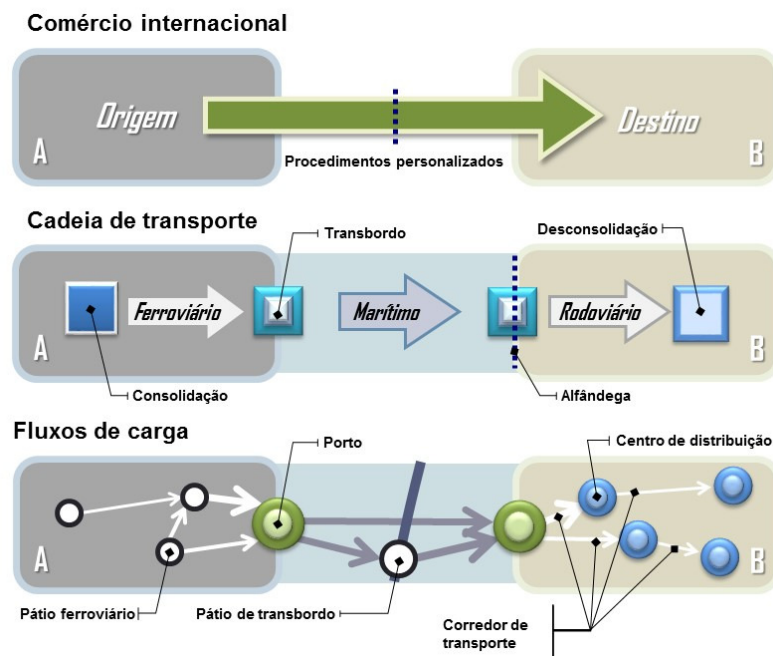
Para Witte et al. (2014), CD's em zonas secundárias podem ser entendidos como importantes ligações que contribuem para a eficiência dos corredores de transporte. Estes autores argumentam que os CD's se comportam como estruturas independentes, atuando do interior das *hinterlands* para fora. Para isso, necessita de ações e planejamentos das atividades nas instalações físicas, a fim de obter o desempenho econômico esperado do empreendimento.



A integração logística entre *hinterlands* e corredores de transporte apoia a expansão das atividades portuárias, e segundo Lam e Su (2015), isso é devido as *hinterlands* possuírem natureza comercial correlacionada com o nível de atividade econômica e de concorrência do mercado regional.

Segundo Pal (2015), o comércio internacional abastece, e também se relaciona com o mercado regional, envolvendo diversas origens e destinos, as quais utilizam diversos corredores de transporte para operar fluxos de carga. Comumente, o comércio internacional é visto como uma série de transações entre parceiros comerciais, que acompanham o pedido do produto até sua entrega ao cliente final (WIŚNIEWSKI, 2015).

Para Rodrigue et al. (2013), a realização física do comércio internacional requer uma inter-relação entre cadeia de transporte e fluxos de carga, envolvendo diversas atividades logísticas, passando por modos de transporte, terminais e CD's, tendo continuidade de movimentação até a chegada ao cliente final (Figura 10).



**Figura 10** – Comércio internacional, cadeia de transporte e fluxos de carga  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

A cadeia de transporte possui como ponto inicial a consolidação das cargas (local em que as cargas são montadas na origem, muitas vezes em paletes e/ou

contêiner). Segundo Rodrigue et al. (2013), este ponto é uma importante etapa na movimentação de cargas, por permitir regular o fluxo de carga utilizando volumes a serem transportados (Figura 10).

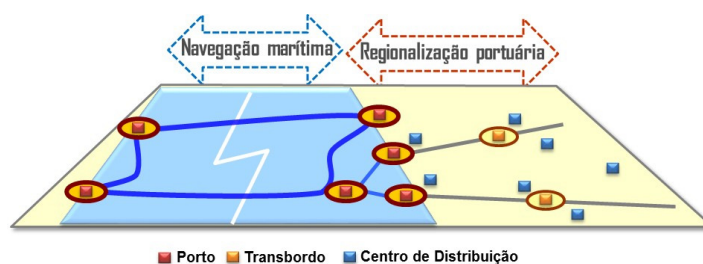
No lado marítimo, Clott e Hartman (2016), enfatizam que portos podem atuar como pontos de transbordo, tornando-se locais intermediários para auxiliar a consolidar os fluxos marítimos, e conectando diferentes sistemas marítimos de circulação. Em tal cenário, de acordo com estes autores, o porto tornou-se importante elemento que facilita transferências de cargas, entre modos de transporte, e de apoio aos fluxos de comércio internacional.

Witte et al. (2014) destacam que em termos operacionais, o comércio internacional pode ser visto como uma série de fluxos físicos de movimentação de cargas, que podem não necessariamente usar o caminho mais direto, mas o caminho de menor custo. Para Gekara e Chhetri (2013), corredores de transporte formam a estrutura de fluxos de movimentação de carga, desde o porto, passando por CD's, até a chegada ao cliente final.

Thekdi e Lambert (2015), destacam que a localização de CD's desempenham um importante papel nos fluxos de movimentação, uma vez que pode atuar como transbordo, e com isso, ajuda a conciliar as exigências temporais e espaciais das *hinterlands*.

### 2.3. MODELOS E MÉTODOS DE LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

Rodrigue et al. (2013) destacam que a produtividade da movimentação de cargas na cadeia de suprimentos, está associada à localização de CD's (Figura 11). Para estes autores, nessa associação estão compreendidas operações de movimentação, desde a origem, até o destino final das cargas, envolvendo portos, navegação marítima, transbordo e, a colocação do produto no mercado (localização de CD's).



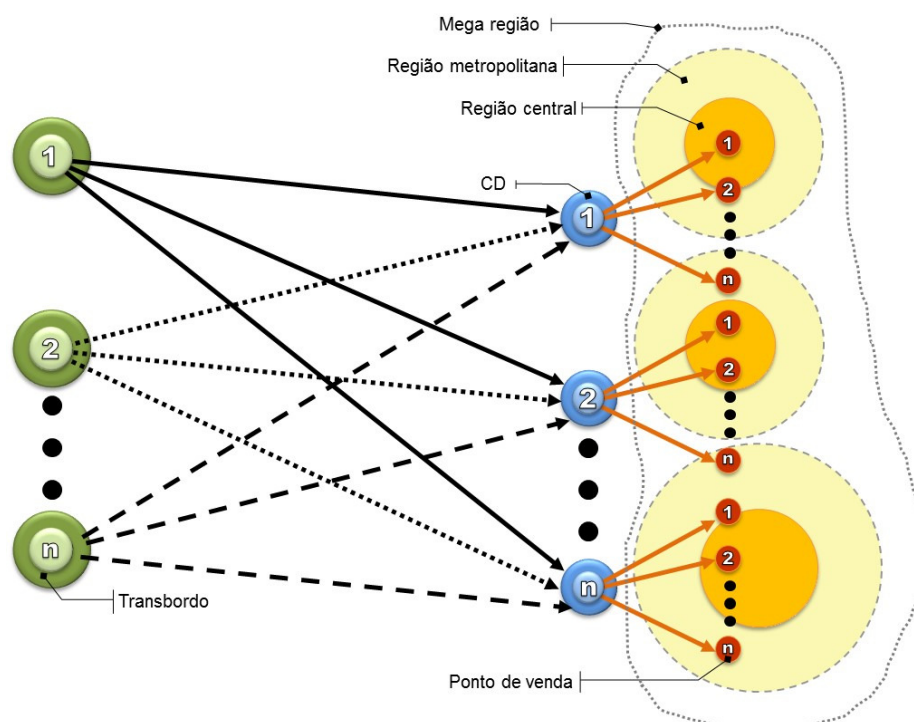
**Figura 11** – Cadeia de suprimentos e localização de CD's  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013)

Segundo Gutjahr e Dzubur (2016), o Problema de localização de instalações ou *Facility Location Problem* (FLP) visa determinar o local estratégico de Centros de Distribuição (CD's), terminais, plantas industriais, hospitais, unidades de emergência, instalações militares, bombeiros, dentre outros.

Um CD localizado nas proximidades das *hinterlands* contribui para a eficiência da regionalização portuária (CHEN; NOTTEBOOM, 2014). Com isso, de acordo com Fraser e Notteboom (2014), a localização do CD deve atender às necessidades de conectividade, mobilidade e acessibilidade dos clientes do porto. Por esse motivo, Chen e Notteboom (2014), afirmam que os serviços logísticos no corredor de transporte são considerados nessa escolha do local.

Para Tomić et al. (2014), o planejamento e gestão da cadeia de suprimentos é um importante elemento na obtenção da eficiência do fluxo de cargas. Na opinião de Rodrigue et al. (2013), esse planejamento deve ser dinâmico, e por isso, considerar a localização de CD's sob a ótica dos *stakeholders*, corredores de transporte e regionalização portuária. Nesse sentido, Tomić et al. (2014) e Rodrigue et al. (2013), concordam que devido ao conjunto de critérios (dimensões e variáveis) utilizados nessa localização mudar de caso a caso, é necessário utilizar uma abordagem que balanceie interesses nessa definição.

A localização de CD's deve ser realizada em função das cadeias de suprimentos em que a instalação estará inserida (RODRIGUE et al., 2013). Segundo Clott e Hartman (2016), essas cadeias são compostas por uma ou mais unidades de produção (pontos de transbordo de cargas), um grupo de CD's, pontos de venda e clientes (Figura 12).



**Figura 12** – Sistema básico de cadeias de suprimento  
**Fonte:** Rodrigue et al. (2013) e, Clott e Hartman (2016)

O Quadro 1 expõe o conjunto de dimensões utilizadas em problemas de localização, as quais se desdobram em variáveis que presumem que os clientes estejam localizados em pontos geograficamente conhecidos, em que seja possível estimar movimentações de carga.

Os modelos e métodos analisados neste trabalho buscam atender vários objetivos (Quadro 1), alguns dos quais envolvem a hierarquização das melhores opções para localização de CD's (PORTUGAL et al., 2011; AMORADO et al., 2015; CHANG; LIN, 2015), a seleção do melhor local para um CD (GU; WEI, 2015), e a indicação do tamanho e localização dos CD's (GÜZEL; ERDAL, 2015; SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015).

Segundo Gutjahr e Dzibur (2016), para indicar a localização de um CD que melhor atenda as partes interessadas, é necessário entender a percepção de cada *stakeholder*. Mousavi et al. (2013) destacam que, para avaliar essa percepção, devem ser utilizados aspectos qualitativos e quantitativos que permitam selecionar opções de localização.

**Quadro 1 – Características da literatura revisada sobre a localização de CD's**

Autores	Modelos e métodos utilizados	Dimensões e variáveis utilizadas										Resultados	
		Custo		Acessibilidade		Segurança		Impactos					
		C1	C2	A1	A2	S1	S2	I1	I2	I3	I4		
Awasthi et al. (2011)	Lógica <i>fuzzy</i> e TOPSIS	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	<p>Necessidade de estudos que permitam verificar correlação entre dimensões.</p> <p>Ao utilizar métodos multicritério devem ser empregadas dimensões e variáveis que possuam inter-relação.</p> <p>O uso de aspectos qualitativos e quantitativos em método multicritério, permite indicar opções de localização em regiões com recursos limitados.</p> <p>A decisão sobre a localização deve estar em consonância com os custos de construção e de operação.</p> <p>A localização deve permitir expansões e mudanças de <i>layout</i>, com isso, atividades com limitadas exigências tendem a ter mais opções.</p> <p>A localização deve estar em função da redução de custos de operações.</p> <p>Necessidade de investigar dimensões que se adequem às preferências de <i>stakeholders</i>.</p> <p>A diminuição do custo final e do tempo de transporte tem sido importante para as decisões de compra por parte dos clientes.</p> <p>A localização deve permitir o atendimento às metas e objetivos das empresas, e ter proximidade com clientes e fornecedores.</p> <p>A dimensão Impactos (ambientais e sociais) possui maior peso na decisão de localização.</p> <p>Um CD auxilia a regionalização dos estoques que existem nos diversos pontos de venda.</p> <p>A localização influencia a composição do custo de operação e o preço final da carga.</p> <p>A localização baseada na opinião de gestores é fundamentada em custos fixos como parâmetro decisório.</p> <p>Um nível de serviço que atenda às necessidades dos clientes, pode ser obtido por uma localização que esteja alinhada a essas necessidades e das empresas.</p> <p>A localização atua como fator de regulação de fluxo de carga entre a produção e o consumo.</p> <p>As variáveis custo de operação e acessibilidade aos destinos de carga têm a maior influência na localização.</p> <p>A localização colabora para a realização da regionalização portuária, contribuindo para o desenvolvimento regional.</p> <p>A convergência de diferentes fluxos de distribuição e de transferência de carga pode ser obtido por meio da localização.</p>
Özcan et al. (2011)	TOPSIS, ELECTRE e <i>Grey theory</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Portugal et al. (2011)	AHP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Opasanon e Lertsanti (2013)	AHP	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
Mousavi et al. (2013)	AHP, <i>Delphi</i> e PROMETHEE	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓			
Chakraborty et al. (2013)	GRA, MOORA e ELECTRE II			✓	✓	✓	✓				✓		
Žak e Węgliński (2014)	ELECTRE III e IV	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Bagum e Rashed (2014)	AHP	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
Vega et al. (2014)	Programação multiobjetivo e AHP	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
Uysal e Yavuz (2014)	ELECTRE	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
Wang et al. (2014)	Lógica <i>fuzzy</i> , TOPSIS e AHP	✓	✓	✓	✓			✓	✓				
Amorado et al. (2015)	AHP	✓	✓	✓	✓								
Chang e Lin (2015)	AHP e <i>Delphi</i>	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
Güzel e Erdal (2015)	Lógica <i>fuzzy</i> , TOPSIS e VIKOR			✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Gu e Wei (2015)	Programação inteira mista, lógica <i>fuzzy</i> e AHP	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
Szeremeta-Spak e Colmenero (2015)	Programação não linear e AHP	✓	✓	✓	✓							✓	
Karmaker e Saha (2015)	Lógica <i>fuzzy</i> , TOPSIS e AHP	✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	✓		
Gutjahr e Dzibur (2016)	Programação multiobjetivo	✓	✓	✓	✓								

Legenda: Custo de construção (C1), Custo de operação (C2), Acessibilidade às principais vias (A1), Acessibilidade aos destinos de carga (A2), Segurança no tráfego (S1), Segurança no CD (S2), Poluição atmosférica (I1), Geração de resíduos (I2), Geração de emprego e renda (I3) e Geração de tributos (I4).

Modelos e métodos que empregam aspectos qualitativos e quantitativos tem sido utilizados na literatura para classificar opções para localização. Por exemplo, Uysal e Yavuz (2014) usaram o *ELimination and Choice Expressing REality* (ELECTRE) para analisar a localização ideal de um CD, a partir da otimização, tanto de recursos financeiros, quanto do uso de recursos operacionais. E Awasthi et al. (2011), que utilizaram a lógica *fuzzy* e o método *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* (TOPSIS), em um ambiente que considerou as severidades dos congestionamentos urbanos e seus impactos na distribuição de carga.

A convergência de soluções em contextos com dados e recursos limitados tem sido abordada na literatura, ao serem empregados aspectos qualitativos e quantitativos por meio da utilização de métodos multicritério na localização de CD's (AWASTHI et al., 2011; ÖZCAN et al., 2011; PORTUGAL et al., 2011). No entanto, também tem ocorrido uma busca por julgamentos multivalorados, (estabelecimento de valor entre limites definidos, mesmo em variáveis linguísticas ou conceitos não quantificáveis), sendo utilizado adicionalmente, instrumentos como a lógica *fuzzy* (KARMAKER; SAHA, 2015).

Por outro lado, abordagens híbridas envolvendo a lógica *fuzzy* e métodos multicritérios, também tem sido utilizados para indicar soluções para o problema de localização de CD's. Uma aplicação em que houve a comparação entre o *fuzzy-AHP* e o *fuzzy-TOPSIS* foi desenvolvida por Wang et al. (2014), sendo realizado um estudo em uma região na China. Pode-se dizer que os resultados desses autores atenderam às expectativas dos *stakeholders*, havendo uma melhor performance do *fuzzy-AHP*, devido a sua formulação matemática utilizar mais níveis de julgamentos.

Outra abordagem que tem sido empregada na literatura para localização de CD's, é a utilização de métodos de otimização, como a programação multiobjetivo, programação não linear e programação inteira mista (GU; WEI, 2015; SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015; GUTJAHR; DZUBUR, 2016). Embora essas abordagens ofereçam a simulação computacional em diversos

cenários, falta realizar a verificação da inter-relação entre as dimensões e variáveis utilizadas.

Em alguns casos, esses problemas de localização são abordados por meio de modelos híbridos com métodos multicritério e de otimização. Por exemplo, Vega et al. (2014) apresentaram uma abordagem que utilizou programação multiobjetivo e o AHP. Estes autores elaboraram uma modelagem matemática para gerar um conjunto de opções, o qual foi utilizado para realizar os julgamentos. No entanto, embora as soluções apontadas tenham considerado as preferências de decisores, a formulação do conjunto de opções empregou dados secundários, não havendo uma preocupação com a existência de relações entre as dimensões e variáveis analisadas.

O método multicritério AHP tem sido amplamente utilizado na literatura para análise de problemas de localização de CD's (PORTUGAL et al., 2011; OPASANON; LERTSANTI, 2013; BAGUM; RASHED, 2014; AMORADO et al., 2015). Mousavi et al. (2013) utilizam uma abordagem que integra o AHP, o *Delphi Method* e o PROMETHEE, para elaboração da hierarquia de opções para localização de uma planta fabril, sendo empregadas 5 dimensões (trabalhadores qualificados, possibilidade de expansão, acessibilidade, custo de construção e custo de operação).

Os modelos e métodos aplicados, de acordo com a literatura consultada neste trabalho, são a *Grey Theory* (ÖZCAN et al., 2011), o *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations* – PROMETHEE (MOUSAVI et al., 2013), o *Grey Relational Analysis* – GRA e o *Multi objective optimization on the basis of ratio analysis* – MOORA (CHAKRABORTY et al., 2013), o TOPSIS (WANG et al., 2014), o *Elimination of Choice Translating Reality* – ELECTRE (ŽAK; WEGLIŃSKI, 2014), a Programação multiobjetivo (VEGA et al., 2014), o *Analytic Hierarchy Process* – AHP (AMORADO et al., 2015), o *Delphi Method* (CHANG; LIN, 2015), a Programação inteira mista (GU; WEI, 2015), a lógica *fuzzy* (KARMAKER; SAHA, 2015), o *Vlsekriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje* – VIKOR (GÜZEL; ERDAL 2015) e a Programação não linear (SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015).

A análise da literatura sobre localização de CD's permitiu identificar publicações que abordam as relações entre a regionalização portuária e a cadeia de suprimentos, e outras que relatam as fases das operações de distribuição de carga até o cliente final (Quadro 1). No entanto, se pode observar que essa literatura tem em comum a característica de direcionar os conhecimentos consolidados sobre o problema de localização para o âmbito da logística de distribuição, considerando o desafio de melhorar o desempenho das operações de movimentação de cargas. Por essa razão, para encontrar soluções que satisfaçam os *stakeholders*, é importante empregar uma abordagem híbrida que considere e analise a inter-relação entre dimensões, por meio de análise multivariada de dados e método multicritério, para refletir o conhecimento tácito dos atores envolvidos.

Dessa forma, segundo a literatura (Quadro 1), é importante que se considere na escolha do modelo ou método de localização de CD: o contexto geográfico da análise, devido à natureza discreta do problema; os efeitos da movimentação de cargas no meio urbano, no interesse de otimizar fluxos de tráfego para minimizar congestionamentos e maximizar a eficiência operacional do porto e; a acessibilidade e utilização de corredores de transporte. Essa escolha deve permitir uma interação e transparência nos julgamentos, estimulando a participação efetiva, que expresse as necessidades dos *stakeholders*. Assim, as tomadas de decisão podem ser realizadas de maneira mais equilibrada junto ao interesse público, sem deixar de atender aos interesses individuais.

### 2.3.1. EMBASAMENTO TEÓRICO DO MODELO PARA LOCALIZAÇÃO DE CD'S

Decisões de localização são uma importante parte da gestão da cadeia de suprimentos que auxiliam a regulação de fluxo de carga, interligando a produção ao consumo (GU; WEI, 2015). Modelos e métodos de localização de CD's tem empregado conjuntos de critérios (dimensões e variáveis) de forma a atender às expectativas de *stakeholders*, buscando a eficiência dessa gestão.



Com essa visão, Awasthi et al. (2011), analisaram locais para instalação de um CD utilizando as dimensões custo, acessibilidade, segurança e impactos, por meio do uso da lógica *fuzzy* e do método TOPSIS. Os resultados desses autores sugerem que a localização indicada atenua os custos de distribuição. No entanto, devido a ocorrência de congestionamentos locais e ao longo de corredores de transporte, Awasthi et al. (2011), destacam ser necessário realizar estudos que permitam verificar correlação entre dimensões.

Özcan et al. (2011) compararam locais para instalação de um CD com os métodos AHP, TOPSIS e ELECTRE, utilizando as dimensões custo, acessibilidade e segurança, devido as informações escassas, foi empregada a *Grey Theory*. Os resultados apontaram que devido à essa escassez os métodos não foram capazes de indicar um local que atendesse às expectativas dos *stakeholders*. Com isso, Özcan et al. (2011), evidenciaram que essa incapacidade influenciou os resultados, havendo a necessidade de utilizar dimensões e variáveis que possuam inter-relação.

Segundo Bagum e Rashed (2014), Amorado et al. (2015) e Chang e Lin (2015), em sua formulação os modelos e métodos localização de CD's não permitem a verificação de quais dimensões e variáveis devam ser utilizadas na hierarquização de opções. Para estes autores, a seleção de dimensões e variáveis pode contribuir para alcançar melhores resultados na seleção do local para implantação de CD.

De acordo com Portugal (2011), Opananon e Lersanti (2013) e, Karmaker e Saha (2015) os modelos de localização de CD's devem estar relacionados à regionalização portuária e corredores de transporte. Envolvendo a cadeia de suprimentos e às *hinterlands* portuárias.

Para Wang et al. (2014) e, Güzel e Erdal (2015), em uma cadeia de suprimentos, a localização de CD's é um importante elemento que influencia o desempenho desta e, a eficiência do fluxo de cargas. Essa localização pode ser considerada um desafio permanente, devido às sazonalidades do mercado e das *hinterlands*,

envolvendo dimensões e variáveis quantitativas e qualitativas (KARMAKER; SAHA, 2015).

A decisão sobre a localização de um CD possui expectativas de que ela irá ajudar a empresa a manter e buscar novos parceiros comerciais, e auxiliar a alcançar novas *hinterlands* (RODRIGUE et al., 2013). Segundo Bagum e Rashed (2014), Portugal et al. (2011) e, Gu e Wei (2015), essa localização é importante para o desempenho das empresas a longo prazo, sendo que dimensões como custo, acessibilidade, segurança, e, impactos sociais e ambientais permitem a proximidade de gestão e operação junto a clientes e fornecedores.

A partir dos argumentos apresentados no Capítulo 2, para se chegar ao modelo proposto nesta tese, foi considerado inicialmente a necessidade de estruturar um conjunto de critérios (dimensões e variáveis) a partir da literatura (Quadro 1). Sendo a seguir, verificada inter-relação entre as dimensões, com o objetivo de delimitar este conjunto. Na sequência, após verificada a consistência das dimensões por meio da SEM, e, retirados os critérios que não contribuem para a localização do CD, é gerado um subconjunto para ser empregado no AHP, e dessa forma, hierarquizar as opções de locais por ordem decrescente. Por este motivo, o modelo foi elaborado utilizando três etapas: estruturação, verificação e hierarquização, sendo empregado o conjunto de critérios apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2** – Conjunto de dimensões e variáveis segundo a literatura

<b>Dimensões</b>	<b>Variáveis</b>
Custo (CUSTO)	Custo de construção (C1) Custo de operação (C2)
Acessibilidade (ACESS)	Acessibilidade às principais vias (A1) Acessibilidade aos destinos de carga (A2)
Segurança (SEGUR)	Segurança no tráfego (S1) Segurança no CD (S2)
Impactos (IMPAC)	Poluição atmosférica (I1) Geração de resíduos (I2) Geração de emprego e renda (I3) Geração de tributos (I4)

### 3. TÉCNICAS DE ANÁLISE MULTIVARIADA E MÉTODO MULTICRITÉRIO

Este capítulo apresenta fundamentos teóricos sobre Técnicas de Análise Multivariada (*Structural Equation Modeling* - SEM) e Método Multicritério (*Analytic Hierarchy Process* - AHP) utilizados nesta tese. No caso da SEM a ênfase é dada aos problemas de identificação, estimação e validação. Esta técnica oferece ao pesquisador a possibilidade de investigar inter-relações em um conjunto de dimensões e variáveis, e avaliar a importância dos elementos desse conjunto. O AHP é abordado como um método que sintetiza julgamentos de preferência de *stakeholders* para cada uma das opções de decisão, de acordo com cada dimensão e critério dentro de uma hierarquia de decisão, para gerar uma medida quantitativa da preferência relativa.

#### 3.1. STRUCTURAL EQUATION MODELING (SEM)

De acordo com Mazzillo Júnior e Anzanello (2015), a *MultiVariate data Analysis* (MVA), Análise Multivariada de Dados (AMD) ou Técnica de Análise Multivariada pode ser empregada para analisar simultaneamente múltiplas variáveis, ou dados que surgem a partir de mais de uma variável. Estes autores destacam que, de maneira geral, as organizações podem utilizar as Técnicas de Análise Multivariada para entender seus processos e obterem condições adequadas para tomada de decisão.

As Técnicas de Análise Multivariada permitem que as variáveis preditoras sejam analisadas simultaneamente e, com isso, o efeito de cada variável pode ser ajustado para o efeito das demais (FERNÁNDEZ-AVILÉS; MONTERO, 2016). Segundo estes autores, é possível identificar o efeito direto de cada variável na predição do desfecho do fenômeno analisado, podendo, com isso, identificar um efeito que independe de outras variáveis.

Para Peruchi et al. (2014), as Técnicas de Análise Multivariada devem ser selecionadas a partir do entendimento do fenômeno pesquisado, e, das características do problema. Segundo Xia et al. (2016), essas técnicas possuem características específicas, as quais permitem o estudo de problemas complexos e o tratamento de variáveis simultaneamente, podendo ser realizada uma seleção mais acurada da técnica de acordo com a aplicação desejada.

Os objetivos desse trabalho sugerem que, para responder à questão do problema, Técnicas de Análise Multivariada devem ser utilizadas para auxiliar a equilibrar diferentes interesses, envolvendo a concepção e investigação de hipóteses e possíveis inter-relações entre conjuntos de dimensões e variáveis. Dessa forma, segundo Deng et al. (2013), para aplicação neste tipo de problema, podem ser utilizadas a *Structural Equation Modeling* e a *Confirmatory Factor Analysis*.

Nesta tese, a *Structural Equation Modeling* (SEM) foi selecionada para auxiliar a análise dos dados, por permitir a avaliação de modelos teóricos e utilizar regressão, *Path Analysis*, *Confirmatory Factor Analysis*, variância e covariância, admitindo estimar relações causais a partir da combinação de dados estatísticos (CHANDIO; 2011).

Segundo Jin et al. (2014), a SEM admite que uma variável aleatória possa ser utilizada como variável independente numa equação, e uma variável dependente em outra, além de permitir a elaboração e utilização de hipóteses, e testes na análise de relacionamentos para conjuntos de variáveis dependentes. Para estes autores a SEM utiliza uma combinação de análise fatorial e análise de regressão, a qual aceita testar modelos, por meio da *Confirmatory Factor Analysis*, podendo analisar relações entre múltiplas variáveis observáveis ou não observáveis simultaneamente.

Rosseel (2012) diz que a técnica é conhecida como análise de estruturas de covariância e relações estruturais lineares. Já Xia et al. (2016) apontam que a SEM também é conhecida como modelagem causal, análise causal, modelagem de equações simultâneas e análise de estruturas de covariância. Assim, como

forma de nomear a técnica, e, não promover o aumento da profusão, adota-se, no presente trabalho, o termo *Structural Equation Modeling* (SEM).

Lai et al. (2016) destacam que a SEM pode ser entendida como uma técnica mais confirmatória do que exploratória, a qual verifica se um dado modelo teórico com hipóteses, elaborado para representar um fenômeno ou cenário, ratifica os dados reais observados, inter-relacionando variáveis. Estes autores destacam que complementar ao modelo teórico, a SEM utiliza um modelo de mensuração, que especifica os indicadores de cada variável, permitindo avaliar a confiabilidade de cada constructo, ao estimar as relações causais que nele ocorrem.

Segundo Xia et al. (2016), a análise combinada do modelo teórico e de mensuração da SEM auxilia a mensuração dos erros das variáveis, como partes integradas, e, combina a análise fatorial com a hipótese testada, em uma operação.

Para Jin et al. (2014), a evolução dos computadores e o surgimento de *softwares* para utilização da SEM, têm proporcionado avanços em termos de flexibilidade para elaborar, mensurar e analisar a existência de possíveis relações entre variáveis em modelos de equações estruturais.

Nesta tese, o *software* AMOS (*Analysis of MOment Structures*) 23.0 versão *trial*, foi utilizado para auxiliar a operacionalização da SEM, devido sua interface gráfica, esse *software* permite elaborar, visualizar e realizar ajustes em modelos de equações estruturais.

Segundo Chandio (2011), devido a técnica SEM utilizar a análise da estrutura de covariância, a qual é fundamentada no *Maximum Likelihood method* (ML) ou método de máxima verossimilhança, o *software* AMOS favorece sua utilização. O ML assume que a amostra segue uma distribuição normal, e, por esse motivo, Cao (2012), Omar e Hussin (2013), e Rizzo e Kintner (2013), concordam que o limite inferior do tamanho da amostra deve ser de 100 observações. No entanto, para estes autores, números de observações acima desse limite, tendem

proporcionar um desempenho mais adequado do modelo de mensuração da SEM.

Conceitos caracterizam os conteúdos textuais, auxiliando na compreensão das abordagens adotadas, e, na representação dos fenômenos. Assim, para auxiliar a leitura desse trabalho, no Quadro 3, são apresentados importantes conceitos relacionados a SEM que foram utilizados nesta tese.

**Quadro 3** – Conceitos utilizados relacionados a SEM

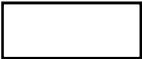





Termo	Descrição
Variáveis exógenas	Não são influenciadas por outras variáveis no modelo.
Variáveis endógenas	Causadas por outras variáveis no modelo.
Variáveis manifestas (variáveis observáveis)	São diretamente observadas e mensuradas, sendo caracterizadas graficamente com retângulos.
Variáveis latentes (variáveis não observáveis)	Não são diretamente mensuradas, podendo ser estimadas a partir das variáveis manifestas, graficamente são caracterizadas por elipses. Também podem ser explicadas por uma ou outras variáveis latentes.
Modelo de mensuração ou medição	Neste modelo é explicitado as variáveis manifestas associadas a cada variável latente (relacionamentos, desvios e erros).
Modelo teórico	Caracterizado pelo agrupamento de uma ou mais relações causais ou de correlação que conectam as variáveis.
Índice de ajuste	Indica a similaridade entre as matrizes de covariância estimada e observada, permitindo a análise do desempenho do modelo de equações estruturais.

**Fonte:** Hair et al. (2011) e Carvalho e Chima (2014)

A SEM é uma técnica de análise multivariada que possui origem híbrida no início do século XX. Wright (1918) pode ser apontado como precursor desta técnica, ao propor a elaboração de diagrama de caminhos (*Path Diagram*) para análise de possíveis caminhos (*path analysis*), e verificar as relações causais entre variáveis com base na matriz de correlação de variáveis observadas. Rosseel (2012) destaca que aplicações modernas da SEM tiveram influência da análise fatorial proposta por Spearman (1904) a partir de estudos da psicologia, e da conceitualização de variável latente.

De acordo com Xia et al. (2016), a SEM tem sido utilizada para analisar problemas em áreas como *marketing*, sociologia, saúde e engenharia, devido a possibilidade da elaboração e utilização de modelo teórico com hipóteses. Para estes autores esse modelo pode ser expresso por meio algébrico, ou, no formato gráfico (Quadro 4).

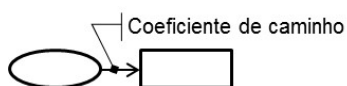
**Quadro 4** – Simbologia utilizada na representação gráfica de modelos de equações estruturais

Símbolo	Significado
	Variável manifesta ou variável observada
	Variável latente ou variável não observada
	Erro
	Relação causal (de causa para efeito)
	Relação recursiva ou de <i>feedback</i>
	Relação correlacional

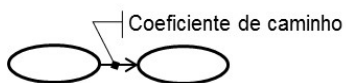
**Fonte:** Lai et al. (2016)

Para Xia et al. (2016), na representação gráfica de um modelo de equação estrutural, esses símbolos (Quadro 4) podem assumir quatro configurações:

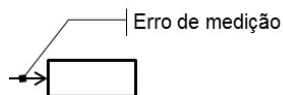
1. O coeficiente de caminho para a regressão de uma variável observada em uma variável latente não observada



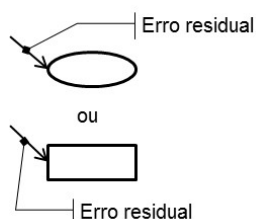
2. O coeficiente de caminho para a regressão de uma variável latente para outra variável latente



3. O erro de mensuração associado a uma variável observada



4. Erro residual na predição de uma variável.



Para Thornton et al. (2015), as equações estruturais também podem ser entendidas como técnica transversal de análise estatística multivariada, utilizada para analisar relações estruturais entre variáveis manifestas e variáveis latentes, podendo estimar, representar e testar relações entre variáveis.

De acordo com Carvalho e Chima (2014), a SEM utiliza Análise Fatorial Confirmatória (AFC) para reduzir erros de medição, testando indicadores relacionados a cada variável latente. Com isso, na opinião desses autores, o modelo de mensuração da SEM pode ser validado por meio da AFC.

Bagozzi e Yi (2012) citam que a SEM tem sido utilizada em situações do cotidiano para analisar as relações causais entre variáveis, para seu emprego é indicada a utilização de padronização, sendo destacado que o LISREL (*Linear Structural Relationships*) é o mais utilizado, por sua capacidade de adaptação (Quadro 5). Devido a essa capacidade, neste trabalho será utilizada a padronização do LISREL.

**Quadro 5** – Variáveis e parâmetros do LISREL na SEM

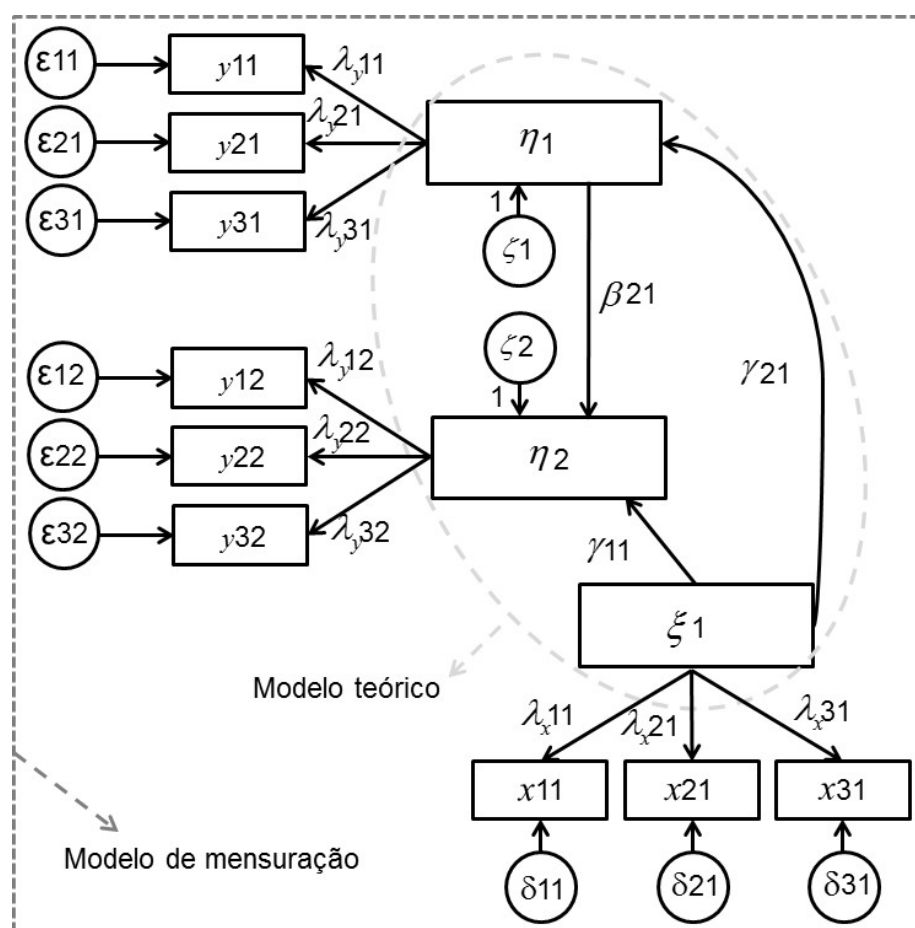
Notação do LISREL	Descrição
$\eta$	Variável latente (dependente e endógena)
$\xi$	Variável latente (independente e exógena)
$\epsilon$	Erro na variável dependente observada
$\delta$	Erro na variável independente observada
$\zeta$	Erro de mensuração de $\eta$
Parâmetros	
$\lambda_y$	Coefficiente que relaciona variáveis dependentes a variáveis dependentes observadas
$\lambda_x$	Coefficiente que relaciona variáveis independentes a variáveis independentes observadas
$\beta$	Coefficiente que relaciona as variáveis dependentes entre si (vetor de parâmetros ou coeficientes não padronizados)
$\gamma$	Coefficiente que relaciona as variáveis dependentes a variáveis independentes
$\Gamma$	Coefficiente que relaciona as variáveis independentes a variáveis dependentes

Fonte: Bagozzi e Yi (2012)

A Figura 13 exemplifica uma especificação da aplicação da SEM, na qual podem ser verificadas e analisadas relações entre variáveis manifestas ( $y_{11}$ ,  $y_{21}$ ,  $y_{31}$ ,



$y_{12}$ ,  $y_{22}$ ,  $y_{32}$ ,  $x_{11}$ ,  $x_{21}$  e  $x_{31}$ ), variáveis manifestas endógenas ( $\eta_1$  e  $\eta_2$ ), e variável manifesta exógena ( $\xi_1$ ). Os erros das variáveis manifestas são representados por  $\varepsilon_{11}$ ,  $\varepsilon_{21}$ ,  $\varepsilon_{31}$ ,  $\varepsilon_{12}$ ,  $\varepsilon_{22}$ ,  $\varepsilon_{32}$ ,  $\delta_{11}$ ,  $\delta_{21}$  e  $\delta_{31}$ .  $\lambda_{y,11}$ ,  $\lambda_{y,21}$ ,  $\lambda_{y,31}$ ,  $\lambda_{y,12}$ ,  $\lambda_{y,22}$ ,  $\lambda_{y,32}$ , representam os coeficientes que relacionam variáveis dependentes a variáveis dependentes observadas e,  $\lambda_{x,11}$ ,  $\lambda_{x,21}$ ,  $\lambda_{x,31}$  descrevem os coeficientes que relacionam variáveis independentes a variáveis independentes observadas.  $\beta_{21}$  relaciona entre si as variáveis manifestas endógenas  $\eta_1$  e  $\eta_2$ , e  $\gamma_{21}$  associa a variável independente  $\xi_1$  à variável dependente  $\eta_1$ .



**Figura 13** – Representação gráfica de um modelo de SEM

Assim, utilizando a notação do modelo LISREL, proposta por Jöreskog e Sörbom

(1982), o modelo de equações estruturais para a Figura 13 pode ser determinado segundo a Equação 2 (parte estrutural do modelo).

$$\eta_{n \times 1} = \beta_{m \times m} \cdot \eta_{n \times 1} + \Gamma_{m \times m} \cdot \xi_{n \times 1} + \zeta_{m \times 1} \quad (2)$$

Em que:

- O vetor  $\eta$  denota as variáveis latentes endógenas, sendo de ordem  $m \times 1$ .
- $\Gamma$  é uma matriz de coeficientes de  $m \times n$ , que associa os  $n$  fatores exógenos com os  $m$  fatores endógenos.
- $\beta$  é uma matriz de coeficientes de  $m \times n$  que associa os  $m$  fatores endógenos um com outro.
- O vetor  $\xi$  é de ordem  $n \times 1$ , e, denota as  $n$  variáveis exógenas latentes
- $\zeta$  é um vetor de resíduos de  $m \times 1$ , e, denota os erros na equação que relaciona  $\eta$  e  $\xi$ . Inicialmente, assume-se que  $\zeta$  não está correlacionado com  $\xi$ .

Segundo Jöreskog e Sörbom (1982),  $\eta$  e  $\xi$  podem ser referidas como variáveis latentes, sendo  $y$  e  $x$  as variáveis observadas (Equações 2 e 3), erros de medição podem ser assumidos como não correlacionados com  $\eta$ , no entanto, podem correlacionar-se com  $\xi$  e  $\zeta$ .

Os vetores  $\eta$  e  $\xi$  não são observados, no entanto,  $y' = (y_1, y_2, \dots, y_p)$  descrito pela Equação 3, e  $x' = (x_1, x_2, \dots, x_q)$  representado pela Equação 4 são observados:

$$y = \lambda_y \cdot \eta + \varepsilon \quad (3)$$

$$x = \lambda_x \cdot \xi + \delta \quad (4)$$

Em que  $\epsilon$  e  $\delta$  são vetores de mensuração de erros em  $y$  e  $x$ , respectivamente. As matrizes  $\lambda_y (p \times m)$  e  $\lambda_x (q \times n)$  são matrizes de regressão de  $y$  em  $\eta$ , e de  $x$  em  $\xi$ .

Para Chandio (2011), as possíveis relações entre variáveis latentes podem ser visualizadas empregando matriz a partir do modelo teórico. Exemplificando aplicação da SEM a partir da Figura 13, pode-se obter a matriz que relaciona três variáveis latentes (duas endógenas e uma exógena) e três variáveis manifestas que são associadas a cada variável latente (Equação 5).

$$\begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \beta_{11} & \beta_{12} \\ \beta_{21} & \beta_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \eta_1 \\ \eta_2 \end{bmatrix} + [\Gamma_{11}] \cdot [\xi_1] + [\zeta_1] \quad (5)$$

De acordo a notação do modelo LISREL (JÖRESKOG; SÖRBOM, 1982), o modelo teórico definido pode ser representado pelas equações que expressam as variáveis endógenas (Equações 6 e 7).

$$\eta_1 = \gamma_{11} \cdot \xi_1 + \zeta_1 \quad (6)$$

$$\eta_2 = \gamma_{21} \cdot \xi_1 + \beta_{21} \cdot \eta_1 + \zeta_2 \quad (7)$$

As variáveis manifestas associadas à variável latente exógena  $\xi_1$  podem ser determinadas pelas Equações 8, 9 e 10.

$$x_{11} = \lambda_{11}^x \cdot \xi_1 + \delta_{11} \quad (8)$$

$$x_{21} = \lambda_{21}^x \cdot \xi_1 + \delta_{21} \quad (9)$$

$$x_{31} = \lambda_{31}^x \cdot \xi_1 + \delta_{31} \quad (10)$$

As variáveis manifestas associadas às variáveis latentes endógenas  $\eta_1$  e  $\eta_2$  podem ser caracterizadas e obtidas pelas Equações 11, 12, 13, 14, 15 e 16.

$$y_{11} = \lambda_{11}^y \cdot \eta_1 + \epsilon_{11} \quad (11)$$

$$y_{21} = \lambda_{21}^y \cdot \eta_1 + \varepsilon_{21} \quad (12)$$

$$y_{31} = \lambda_{31}^y \cdot \eta_1 + \varepsilon_{31} \quad (13)$$

$$y_{12} = \lambda_{12}^y \cdot \eta_2 + \varepsilon_{12} \quad (14)$$

$$y_{22} = \lambda_{22}^y \cdot \eta_2 + \varepsilon_{22} \quad (15)$$

$$y_{32} = \lambda_{32}^y \cdot \eta_2 + \varepsilon_{32} \quad (16)$$

O desempenho do modelo teórico da SEM é avaliado segundo índices de ajuste ou medidas de qualidade (CHANDIO, 2011; XIA et al., 2016), os quais indicam a similaridade entre as matrizes de covariância estimada e observada, podendo ser divididos em três grupos de medidas (absoluto, incremental e parcimonioso). De acordo com Jöreskog e Sörbom (1982), Rigdon (1994), Chandio (2011), Omar e Hussin (2013), Rizzo e Kintner (2013) e Xia et al. (2016), os índices de ajuste mais utilizados são:

- i. *Chi-square* ou Qui-quadrado ( $\chi^2$ ): é influenciado pelo tamanho da amostra (quanto maior a amostra, maior a probabilidade do *p-value* ser significativo).
- ii. *Normed chi-square* ou Qui-quadrado normalizado ( $\chi^2/df$ ): relação entre o *chi-square* ( $\chi^2$ ) e o *degree of freedom* (*df*) ou grau de liberdade do modelo, a qual tende refletir bom ajuste com valores inferiores a um (parcimonioso).
- iii. *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA) ou Raiz quadrática média do erro de aproximação: este índice pode rejeitar modelos que possuam pequeno tamanho de amostra, abaixo de 100 elementos, por outro lado, indica a necessidade de adicionar variáveis (absoluto).

- iv. *Goodness-of-Fit Index* (GFI) ou Índice de qualidade de ajuste: pode ser entendido como a representação da mensuração da variância e covariância, embora expresse o grau de ajuste geral do modelo (absoluto).
- v. *Adjusted Goodness-of-Fit Index* (AGFI) ou Índice ajustado de qualidade de ajuste: difere do GFI por ser ajustado pelo grau de liberdade do modelo teórico da SEM, havendo a penalização do acréscimo de parâmetro (absoluto).
- vi. *Comparative Fit Index* (CFI) ou Índice de Ajuste Comparativo: este índice provém da estimativa do ajuste do modelo. Considera a correção do tamanho da amostra, ou seja, a subestimação com amostras pequenas, podendo ser utilizado para avaliar o ajuste geral do modelo teórico da SEM (incremental).

De acordo com Rizzo e Kintner (2013), um índice de ajuste deve mensurar a qualidade do ajuste do modelo teórico da SEM. Nesse sentido, Xia et al. (2016), afirma que o índice RMSEA tende a rejeitar modelos em que a amostra não esteja compatível com a população. Para estes autores, por realizar essa compatibilidade da amostra, esse índice não só fornece informações mais precisas, mas também, permite variar o nível de especificação do modelo teórico da SEM. Devido a característica de considerar possíveis erros de aproximação amostral, ser sensível ao número de parâmetros estimados, o RMSEA foi escolhido para ser utilizado neste trabalho.

Xia et al. (2016) citam que as relações causais do conjunto de critérios (dimensões e variáveis) podem ser consideradas consistentes, se o ajuste geral do modelo teórico da SEM for satisfatório. Na opinião de Bagozzi e Yi (2012), o índice GFI indica a proporção de informação explicada pela amostra, ou seja, aponta a magnitude das covariâncias observadas explicadas pelas covariâncias originadas pelo modelo teórico da SEM. Segundo estes autores, isso permite melhores ajustes a este modelo por meio da amostra obtida. Dessa forma, por não estar diretamente relacionado ao tamanho da amostra, e representar o grau

de ajustamento geral do modelo teórico da SEM, o índice GFI foi selecionado para ser empregado na verificação desse modelo. Por conseguinte, o índice AGFI foi escolhido devido considerar que modelos com mais parâmetros tendem se ajustar melhor aos mesmos dados, do que os mais simples, e com isso, corrige para baixo os valores obtidos pelo GFI.

Assim, considerando a população definida, e a amostragem obtida, neste trabalho, os índices de ajuste RMSEA, GFI e AGFI foram adotados para verificação de consistência do modelo teórico da SEM (Quadro 6).

**Quadro 6** – Índices de ajuste para verificação de consistência do modelo teórico da SEM

Índice	Abreviação	Valores de referência	
<i>Root Mean Square Error of Approximation</i>	RMSEA	> 0,10	Inaceitável
		[0,05; 0,10]	Aceitável
<i>Goodness-of-Fit Index</i>	GFI	≤ 0,05	Muito bom
		< 0,8	Inaceitável
		[0,8; 0,9[	Ruim
		[0,9; 0,95[	Bom
<i>Adjusted Goodness-of-Fit Index</i>	AGFI	≥ 0,95	Muito bom
		< 0,8	Inaceitável
		[0,8; 0,9[	Ruim
		[0,9; 0,95[	Bom
		≥ 0,95	Muito bom

**Fonte:** Kalson (2014)

No entanto, de acordo com Kalson (2014), caso o modelo teórico da SEM se mostre inconsistente, ou seja, os valores dos índices de ajuste não atendam às referências (Quadro 6), haverá necessidade de realizar uma readequação (reespecificação) desse modelo. Nessa reespecificação, segundo este autor, deve ser realizada a retirada de caminhos, dimensões e variáveis, a fim de obter aderência desse modelo aos índices de ajuste, sendo o critério de parada dessa reespecificação, a não existência de valores ruins e inaceitáveis.

Para Xia et al. (2016), após a reespecificação do modelo teórico da SEM, é preciso realizar teste de hipótese com o objetivo de examinar a significância e a magnitude dos coeficientes de regressão estimados. De acordo com Omar e Hussin (2013), o coeficiente de regressão mensura a variação esperada na variável dependente, para cada unidade de variação da variável independente,

o sinal desse coeficiente, sugere o sentido de correlação (positiva ou negativa).

Assim, Rizzo e Kintner (2013) destacam que devido as variáveis observadas proverem de diferentes escalas, é necessário utilizar coeficientes padronizados para auxiliar a compreensão dos resultados. Para estes autores, o problema de métricas distintas e/ou arbitrárias entre as variáveis, pode ser resolvido ao padronizar os parâmetros estruturais do modelo teórico da SEM.

Segundo Chandio (2011), para avaliar a significância do modelo teórico da SEM é necessário realizar o teste estatístico chamado *Critical Ratio* (C.R.), o qual é obtido dividindo-se o *Not standardized coefficient* ou estimativa da covariância, por seu *Standard error*. Este autor afirma que um valor da C.R. igual ou superior a 1,96 pode ser considerado aceitável, ou seja, indica que os valores são estatisticamente significativos ao nível de  $p = 0,05$ . Desta forma, para verificação da significância do modelo teórico da SEM, nesse trabalho será utilizado o C.R.

### 3.1.1. HIPÓTESES DE PESQUISA

Nesta tese o teste de hipótese tem por objetivo identificar a existência das correlações entre dimensões. Este subitem apresenta uma discussão sobre as hipóteses que serão testadas, a fim de satisfazer os objetivos desta pesquisa.

Os custos influenciam a localização por incidirem diretamente nas decisões que envolvem a construção e operação do CD (Ji et al., 2013). Dessa forma, de acordo com Ji et al. (2013), se o local selecionado não atende às projeções operacionais e custos esperados, estes podem acarretar na falta de atendimento às necessidades dos *stakeholders*.

Na opinião de Opananon e Lertsanti (2013), Sadigh et al. (2013) e Gu e Wei (2015), acessibilidade (às principais vias e aos destinos de cargas) e atividades

econômicas locais estão interligadas, e, contribuem para os resultados das operações de transporte, influenciando a distribuição de cargas, em termos de capacidade, custos e tempo.

A segurança no tráfego e no CD impactam nas operações de movimentação, por um lado, isso pode ser atribuído, as condições das vias, devido ao número de acidentes e roubos de carga, e, por outro as condições geográficas e sociais da região que podem comprometer a integridade e disponibilidade da carga (GALVÃO et al., 2011; TOMIĆ et al. 2014; GÜZEL; ERDAL, 2015).

Para Portugal et al. (2011), Vega et al. (2014), Žak e Węgliński (2014) e Chang e Lin (2015), devido a necessidade de atendimento à legislações e interesse de autoridades locais, a localização de CD's deve prever a minimização e mitigação de impactos ambientais, relacionados ao uso e ocupação do solo, além de prover medidas que gerem postos de trabalho a curto, médio e longo prazo.

Para auxiliar a operacionalização e discussão do modelo, foram elaboradas 6 seis hipóteses, as quais foram testadas por meio da SEM. Essas hipóteses tiveram como base argumentos fundamentados em trabalhos anteriores, as quais associam as dimensões estabelecidas no Quadro 2.

De acordo com Deng et al. (2013), o teste de hipótese tem por objetivo verificar se a matriz de covariância do conjunto de dimensões e variáveis está associada e se é equivalente ao modelo teórico da SEM. Segundo estes autores, essa matriz pode auxiliar a comparação dos resultados com uma matriz de covariância empírica, e se as duas matrizes forem compatíveis, o modelo teórico pode ser considerado aceitável para as relações entre as variáveis.

Para Awasthi et al. (2011), possíveis Impactos (*IMPAC*) gerados pela localização de CD's, podem ser considerados, como uma dimensão que reflete a relação da infraestrutura logística (vias e instalações físicas) e capacidade de serviço de gestão.

Segundo Rodrigue et al. (2013) a localização de CD's envolve portos, regionalização portuária, corredores de transporte e *stakeholders* numa



abordagem de interesses mútuos. Assim, para Chakraborty et al. (2013), a seleção de localização de instalações deve considerar os impactos a serem gerados e suas correlações com os custos (construção e operação), segurança e acessibilidade. Nessa seleção torna-se necessário utilizar análise multivariada de dados para verificar a existência de correlações entre dimensões, e métodos multicritério para apoiar decisões (MAZZILLO JÚNIOR; ANZANELLO, 2015; CAY; UYAN, 2013).

Os métodos multicritério por considerarem em sua formulação variáveis com características qualitativas de natureza subjetiva, podem levar a tomadas de decisões dinâmicas (SZEREMETA-SPAK; COLMENERO, 2015). As evidências encontradas por estes autores, indicam que deve haver correlação entre as dimensões utilizadas, e que os impactos que podem ser gerados influenciam a decisão sobre a localização de CD's.

Segundo Awasthi et al. (2011), a localização de CD's em áreas urbanas pode envolver a consideração de múltiplas dimensões que devem atender a legislações. Estes autores destacam que essa consideração visa atender as necessidades da demanda, e diminuir impactos sobre a população local e ao meio ambiente. Por conseguinte, espera-se ter melhores condições de segurança tanto na infraestrutura, como nas instalações físicas do CD. Assim, a primeira hipótese do modelo teórico da SEM é:

***H1. Impactos (IMPAC) tem efeito positivo sobre a Segurança (SEGUR).***

Fraser e Notteboom (2014) definem que um corredor de transporte é uma orientação de fluxos de cargas, apoiado por infraestruturas e atividades de transporte. Para estes autores o desempenho do corredor pode ser avaliado pela acessibilidade no atendimento as *hinterlands*, e pelos impactos gerados por sua utilização.

Considerando a expansão comercial marítima que tem ocorrido, a qual impulsiona novas formas de atuação aos portos, Rodrigue et al. (2013) descrevem regionalização portuária como importante elemento que pode auxiliar

a integração vertical (*inland*) e horizontal (*foreland*) de movimentação de cargas. Para estes autores, tal processo torna o setor portuário mais eficiente. Assim, a acessibilidade aos destinos de cargas e às principais vias, pode ser vista como importante elemento para movimentação de cargas em corredores de transporte e portos.

De acordo com Monios e Wilmsmeier (2013), os CD's por meio de suas localizações, estabelecem uma relação de interdependência entre porto, corredores de transporte e *hinterlands*. Os resultados desses autores indicam que portos modernos ao operarem em ambientes complexos, além de movimentarem a carga com acessibilidade que atenda às *hinterlands*, seus impactos não devem limitar a capacidade operacional dos corredores. Desta forma, a segunda hipótese do modelo teórico da SEM é:

***H2. Impactos (IMPAC) tem efeito positivo sobre a Acessibilidade (ACESS).***

Deng et al. (2013), Cay e Uyan (2013) e, Mazzillo Júnior e Anzanello (2015) concordam que impactos sobre o meio ambiente influenciam diretamente a economia local. Estes autores apontam que tais impactos influenciam custos de operação e construção de CD's, além de estarem relacionados com o desempenho dos corredores de transporte.

A decisão sobre localização de CD deve possuir dimensões inter-relacionadas que considerem mudanças das condições competitivas do mercado (TATE et al., 2014). De acordo com estes autores, devido a sazonalidades de mercado e necessidade de rever estratégias, empresas tem repensado decisões sobre localização de CD, adotando ações pautadas nos custos gerados pelos possíveis impactos oriundos dessa decisão.

Para Tomić et al. (2014), fluxos de cargas devem ser considerados na localização de CD para diminuir problemas de congestionamentos, com isso, aumentar capacidade e segurança das vias, diminuindo uso de combustível, poluição atmosférica, custos de construção e custos operacionais. De acordo

com estes autores, movimentação de carga do e para o porto, necessita ser viável técnica e financeiramente, sendo estes custos decisivos para tomada de decisão sobre localização de CD. Assim, a terceira hipótese do modelo teórico da SEM é:

***H3. Impactos (IMPAC) tem efeito positivo sobre o Custo (CUSTO).***

Segundo Rodrigue et al. (2013), o nível de acessibilidade e a disponibilidade e flexibilidade quanto ao uso de percursos alternativos em corredores, são relacionados a segurança das vias e a infraestrutura de transporte. De acordo com estes autores, essa relação pode ser vista por meio dos fluxos de carga, que na maioria das vezes, são organizados em sequências, em que os mais complexos envolvem diferentes modos de transporte e terminais. Assim, diversos fluxos são programados para minimizar custos ou maximizar a eficiência de corredores por meio de CD's em zonas secundárias.

Nem toda atividade econômica depende de elevado nível de acessibilidade (RODRIGUE et al., 2013), mas toda movimentação de carga necessita de segurança durante o tráfego e no CD (AWASTHI et al., 2011), por estes motivos requisitos de acessibilidade precisam ser considerados quando da localização de CD's.

A configuração de corredores de transporte pode ser entendida como resultado de estratégias de gestores públicos e privados, voltada para melhora do fluxo de cargas (THEKDI; LAMBERT, 2015). Diante disso, a segurança na movimentação de cargas deve proporcionar fornecimento de acesso e mobilidade a uma região (FRASER; NOTTEBOOM, 2014). Desta forma, a quarta hipótese do modelo teórico da SEM é:

***H4. Segurança (SEGUR) tem efeito positivo sobre a Acessibilidade (ACESS).***

Para Gouvernal et al. (2012) a disponibilidade de áreas para expansão de instalações físicas, pode ser entendida como limitador na seleção de opções para localização de CD. Os resultados desses autores evidenciaram que

instabilidades nas condições de segurança nas vias e no CD elevam os custos de construção e operação de CD's, impactando no desempenho do porto.

Bagum e Rashed (2014) destacam que nas operações de movimentação, a segurança tem um custo elevado para provedores de transporte. Para estes autores, acidentes nas vias de acesso, roubos e sequestros de carga podem ser apontados como importantes causas que elevam os custos operacionais.

A situação socioeconômica e a infraestrutura disponível, influenciam as condições de segurança local e das vias para localização de CD's (CHEN; NOTTEBOOM, 2014). Assim, em condições adversas, os custos de construção e de operação tendem ser elevados, devido aos riscos a integridade e movimentação de carga. Deste modo, a quinta hipótese do modelo teórico da SEM é:

***H5. Segurança (SEGUR) tem efeito positivo sobre o Custo (CUSTO).***

Nas regiões metropolitanas de países em desenvolvimento, corredores de transporte comumente têm acentuados níveis de fluxos de carga, acessibilidade e condições desiguais de acesso, restringindo a integração territorial por meio de redes de transporte (GEKARA; CHHETRI, 2013). Assim, devido a estes níveis de acessibilidade e desigualdades existentes, a escolha de opções para localização de CD's tende ser influenciada pelos custos de construção e operação local (CHEN; NOTTEBOOM, 2014; CHANG; LIN, 2015).

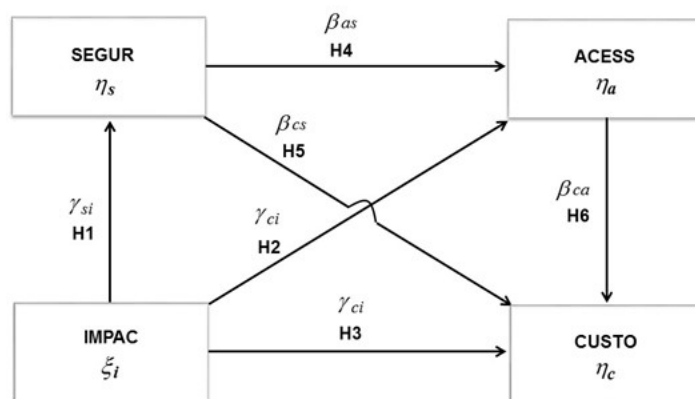
Dentro de uma rede de corredores de transporte as localidades podem possuir diferentes níveis de acessibilidade, que é muitas vezes relacionada com melhores oportunidades de movimentação de carga (RODRIGUE et al., 2013). Essas oportunidades podem ser observadas por meio da relação entre as receitas e os custos de cada localidade (UYSAL; YAVUZ, 2014).

Ferrari et al. (2011), defendem que em ambientes competitivos o transporte é um serviço que se baseia nas condições de acessibilidade e nos custos gerados a partir dessas condições. Para estes autores, as tarifas de transporte estão sujeitas a uma pressão competitiva, e isto significa ser necessário realizar

ajustes financeiros de acordo com a demanda e a oferta, tendo por base custos oriundos das condições de acessibilidade. Desta forma, a sexta hipótese do modelo teórico da SEM é:

**H6.** *Acessibilidade (ACCESS) tem efeito positivo sobre o Custo (CUSTO).*

Dessa forma, nessa tese serão avaliadas seis hipóteses relacionadas com o Conjunto de dimensões e variáveis definido segundo a literatura (Quadro 2). A identificação das hipóteses é considerada no modelo teórico da SEM identificado na Figura 14, em que cada hipótese é individualmente associada às dimensões.



**Figura 14** – Modelo teórico da SEM

### 3.2. ANALYTIC HIERARCHY PROCESS (AHP)

Para Della Bruna Júnior et al. (2014), as técnicas para análise multicritério – *Multi-criteria Decision Analysis* (MCDA) surgiram na década de 1960 para auxiliar decisores a resolverem problemas com objetivos adversos. De acordo com estes autores, a evolução desses métodos seguiu escolas do pensamento, as quais propuseram técnicas distintas quanto à forma de auxiliar a tomada de decisão.

Embora os MCDA possam auxiliar a mensuração de aspectos intangíveis e externalidades numa tomada de decisão, segundo Macharis et al. (2012), estes métodos ao utilizarem dimensões e variáveis para seleção de opções, desconsideram possíveis correlações existentes entre as variáveis. Por este

motivo, optou-se por usar a análise de correlação pela SEM, para validar o modelo proposto para localização de CD's.

Segundo Durbach e Stewart (2012), os métodos multicritérios possuem em comum a visão de que a maioria dos julgamentos para tomada de decisão, tem como base avaliar opções. Estes autores afirmam que para realizar essa avaliação, devem ser utilizadas dimensões e variáveis, que podem ser antagonicas, embora relevantes para resolução do problema.

Considerando o crescimento da demanda por transportes, e aumento de movimentações de carga e seus impactos negativos sobre as cidades e meio ambiente, de acordo com Lindholm (2013), gestores públicos têm implementado regulamentações que demarcam janelas de tempo e zonas de entrega. Para estes autores, essas janelas e zonas de entrega fazem com que os operadores logísticos as incluam no planejamento e decisão do local adequado para CD's.

Modelos e métodos multicritério como o TOPSIS, ELECTRE e o PROMETHEE tem sido utilizados na literatura por empregarem aspectos qualitativos e quantitativos na classificação de opções para localização de CD's (AWASTHI et al., 2011; MOUSAVI et al., 2013; UYSAL; YAVUZ, 2014; ŽAK; WEGLIŃSKI, 2014; GÜZEL; ERDAL, 2015). Esses modelos e métodos possuem características específicas, que permitem o estudo de problemas complexos, no entanto, não atendem aos objetivos deste trabalho por realizarem em suas operacionalizações inteirações com os respondentes e convergência de opiniões.

O *Analytical Hierarchy Process* (AHP) foi selecionado para operacionalizar a hierarquização de opções para localização de CD's, por apresentar e envolver em sua resolução características quantitativas e qualitativas do problema, além de poder levar um consenso de preferência aos tomadores de decisão, congregando o conhecimento e as prioridades dos especialistas (SAATY, 1977; PORTUGAL et al., 2011; AMORADO et al., 2015; KARMAKER; SAHA, 2015).

Segundo Della Bruna Júnior et al. (2014), métodos multicritérios podem ser

utilizados quando existe *mix* de dimensões com opções a serem consideradas no processo de seleção. Este conceito do Método de Análise Hierárquica - *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Estes métodos auxiliam a formalização e estruturação do problema e o desenvolvimento de solução para apoio à tomada de decisão.

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) foi desenvolvido por Tomas Lorie Saaty no início da década de 70, para solucionar problemas de planejamento de contingência, que necessitavam da convergência de opiniões (SAATY, 1977).

Nesta tese, o AHP foi selecionado para auxiliar a análise dos dados, por ter flexibilidade para combinar dimensões qualitativas com dados quantitativos, além de permitir lidar com diferentes grupos de dimensões que representam opiniões expressas por especialistas (ISHIZAKA; LABIB, 2011).

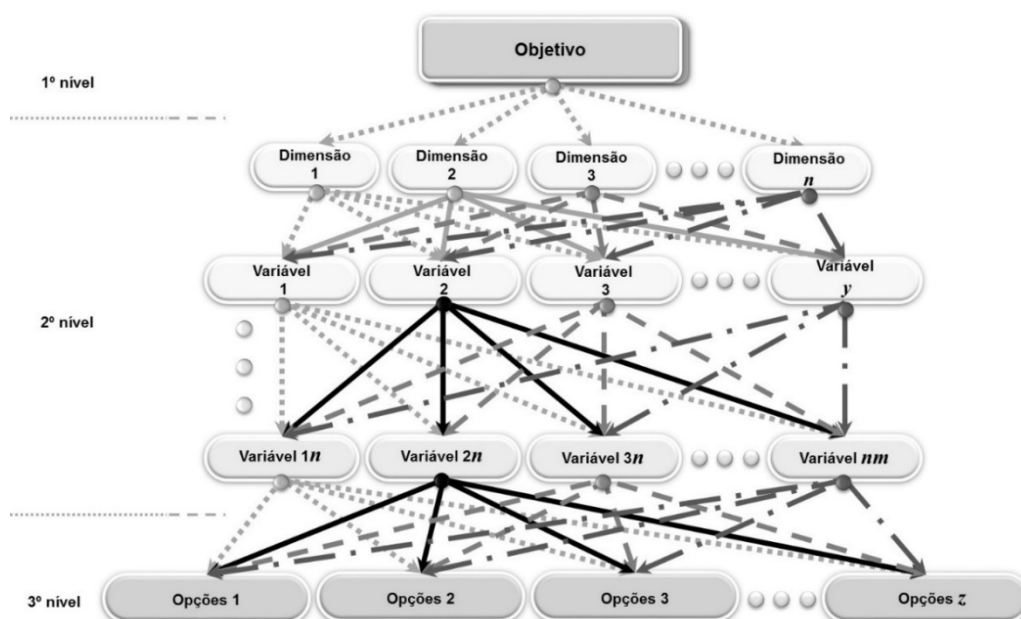
O método AHP baseia-se em matrizes de comparações que resultam da opinião de especialistas quando se compara dimensões em pares (AMORADO et al., 2015). A partir dos resultados dessas matrizes torna-se possível ajustar inconsistências que possam ocorrer nos julgamentos, além de comparar cenários e objetos observados.

Desta forma, para Bagum e Rashed (2014), ao considerar conhecimento e as prioridades de especialistas, a operacionalização do AHP realiza comparações verbais que podem ser convertidas em dados quantitativos. Assim, de acordo com esses autores, essas comparações permitem encontrar um conjunto de prioridades e chegar-se a hierarquização de dimensões, variáveis e opções.

Ishizaka e Labib (2011) descrevem o AHP como método estruturado para a combinação de dimensões, variáveis e análise de decisões, baseado em formulações matemáticas para considerar julgamentos paritários, tendo por base três etapas distintas:

*i. Construção de hierarquias:* nesta primeira etapa, o modelo de localização de CD's para apoio à regionalização portuária é estruturado em três níveis hierárquicos. O primeiro nível indica o objetivo do modelo, no segundo são

expostas as dimensões e variáveis que influenciam a decisão de localização de CD's, e no terceiro são apresentadas opções levantadas na *survey* (Figura 15).



**Figura 15** – Exemplo de estrutura hierárquica do AHP

**Fonte:** Fan et al. (2013)

*ii. Definição de prioridades:* a segunda etapa compara pares de julgamentos utilizando escala preferencial (Tabela 5). A quantidade de julgamentos necessários para a construção de matriz de julgamentos genérica  $A$  é dada pela Equação 17, em que  $n$  é o número de elementos pertencentes a matriz  $A$  (Equação 18):

$$\frac{n(n-1)}{2} \quad (17)$$

$$A = [a_{ij}]_{n \times n} \quad (18)$$

Definida pelas condições:

$$\begin{cases} a_{ij} > 0 \rightarrow \text{positiva}; \\ a_{ij} = 1/a_{ji} \rightarrow \text{recíproca}; \\ a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}, \forall i, j, k \rightarrow \text{consistência}; \\ 1 < i < n; \\ 1 \leq j \leq n. \end{cases}$$



Após obtenção da matriz  $A$ , são calculados pesos relativos com a aplicação de processo de duas fases. Primeiramente, os valores ponderados dos elementos em cada coluna, são somados para em seguida, dividir o elemento de cada coluna por este somatório (Equação 19).

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_i \cdot k} \quad (19)$$

Para:  $1 \leq i \leq n$  e  $1 \leq j \leq n$ .

A matriz que resulta do processo é denominada matriz normalizada (Equação 20).

$$A' = [a'_{ij}]_{n \times n} \quad (20)$$

Na sequência, calcula-se o valor médio de cada linha da matriz normalizada para obter o peso relativo ou *eigenvector*, de acordo com a Equação 21.

$$L = W = W_k = \sum_{k=1}^n \left( \frac{a'_{ij}}{n} \right) \quad (21)$$

Para:  $1 \leq j \leq n$  e  $1 \leq k \leq n$ .

Repete-se o processo para cada matriz de julgamento. Após serem calculados os pesos relativos de cada dimensão e variável para todas as opções, eles são somados, obtendo-se o peso final para cada opção. Este valor é usado para hierarquizar por ordem decrescente as opções de escolha do local para instalar o CD.

*iii. Consistência lógica:* devido a quantidade de comparações a serem realizadas, podem ocorrer inconsistências. Para minimizar tal ocorrência é feita uma confirmação dos julgamentos. Deste modo, a terceira etapa calcula a Razão de Consistência dos julgamentos (RC) a partir do quociente entre o Índice de Consistência (IC) e o Índice de consistência Randômico (IR), dada pela Equação 22.

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (22)$$

O IC é dado pela Equação 23:

$$IC = \frac{(\lambda_{máx.} - n)}{(n-1)} \quad (23)$$

Em que  $\lambda_{máx.}$  é o mais elevado autovalor ou *maximum eigenvalue* da matriz de julgamentos. O IC mensura a coerência dos julgamentos, e quanto próximo este índice estiver de zero, mais elevada será a consistência da matriz de julgamentos genérica  $A$ . Saaty (1977), comenta que se esta condição não for atendida é necessário que sejam refeitos os julgamentos, ou descartada a avaliação.

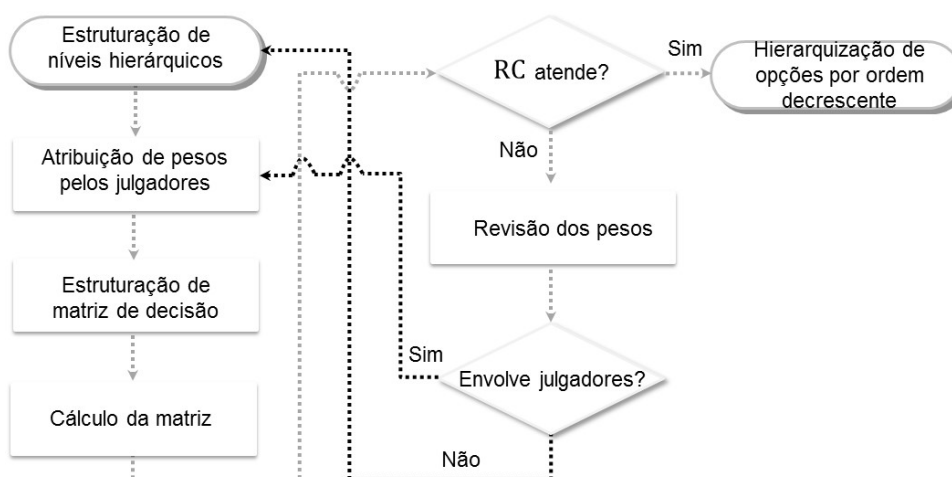
IR é o Índice de consistência Randômico para matriz recíproca de ordem  $n$  apresentado na Tabela 2, gerada aleatoriamente com elementos não-negativos (BAGUM; RASHED, 2014).

**Tabela 2** – Índice de consistência Randômico (IR)

Tamanho da matriz ( $n$ )	IR
2	0
3	0,58
4	0,90
5	1,12
6	1,24
7	1,32
8	1,41
9	1,45
10	1,49

Fonte: Bagum e Rashed (2014)

Segundo Fan et al. (2013), a razão de consistência indica a confiabilidade dos julgamentos. Os julgamentos são considerados consistentes se:  $RC=0$  para  $n=2$ ,  $RC < 0,05$  para  $n=3$ ,  $RC < 0,09$  para  $n=4$ , e  $RC \leq 0,10$  para  $n > 4$ . No caso do não atendimento, a indicação é da existência de inconsistência nos julgamentos. Neste caso, é feita a revisão e reformulação dos mesmos. Na ocorrência de nova inconsistência a estrutura hierárquica deve ser revista (Figura 16).



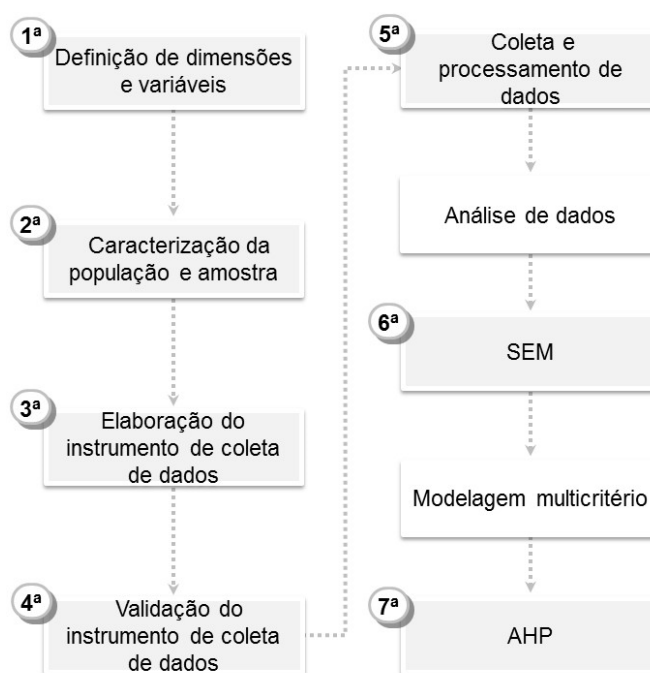
**Figura 16** – Síntese do método AHP

**Fonte:** Saaty (1977)

Neste trabalho, a versão *Demo* do *software Expert Choice* foi usada para operacionalizar do AHP. E, devido sua interface interativa, esse *software* permite realizar análises e verificações de inconsistências nos julgamentos, por meio de relatórios e gráficos.

## 4. MÉTODO E DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

O presente capítulo apresenta a abordagem metodológica e o desenvolvimento desta pesquisa. A tese foi construída em sete etapas (Figura 17). O método utilizado para sua validação foi o levantamento *survey*. Os dados coletados serviram para entendimento das inter-relações entre dimensões e variáveis, consideradas no modelo proposto, para apoio a tomada de decisão para localização de CD's. O instrumento de coleta de dados foi um questionário estruturado, aplicado a população composta por representantes de empresas e municípios, presentes em um raio de até 150 Km de dois corredores de transporte para o Porto de Vitória (ES), nos Estados de Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES).



**Figura 17** – Síntese das etapas da abordagem metodológica e desenvolvimento da pesquisa

A combinação dos dados nesta tese utilizou o conceito de triangulação de dados, que, segundo Venkatesh et al. (2013), ajusta métodos e técnicas com o objetivo de convergir resultados. De acordo com estes autores, essa forma de combinação permite uma compreensão mais profunda do fenômeno estudado.

Cada etapa da pesquisa é detalhada em seções ao longo deste capítulo. São

caracterizadas as atividades realizadas, e os procedimentos adotados para condução da pesquisa. A seguir é apresentada uma síntese do que foi efetivado em cada uma dessas etapas.

A primeira etapa teve por objetivo definir dimensões e variáveis, que serviram para embasar a investigação sobre como técnicas de análise multivariada podem auxiliar a equilibrar diferentes interesses na definição de localização de Centros de Distribuição com o método multicritério.

A caracterização da população e amostra (segunda etapa), foi realizada considerando a importância que corredores de transporte possuem para a logística brasileira, sendo definidos como unidades de pesquisa, empresas e municípios situados nas proximidades de dois corredores de transporte dos Estados de Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES).

O instrumento de coleta de dados foi elaborado sob a forma de questionário, para auxiliar na aplicação do modelo proposto nesta tese (terceira etapa) e, por conseguinte, corroborar com a operacionalização da SEM e do AHP. A quarta etapa da pesquisa realizou a validação do modelo proposto, sendo aplicado um teste-piloto junto a *experts* na área, visando a ajustar e delinear o instrumento de coleta de dados aos objetivos da tese, e, posterior aplicação junto à população.

Após adequações e ajustes no questionário, foi realizada a coleta de dados em uma amostra que atendeu ao tamanho adequado para validação do modelo proposto. Após os dados serem organizados, houve o processamento dos mesmos (quinta etapa).

A SEM foi utilizada para verificar as relações existentes entre dimensões e variáveis empregadas no modelo proposto (sexta etapa). Para consistência dessas dimensões, foi realizada análise de correlação no caso específico do Porto de Vitória (ES); após essa análise, foi feita a operacionalização do método multicritério AHP (sétima etapa).

#### 4.1. MÉTODO

O método de pesquisa utilizado para o desenvolvimento deste trabalho seguiu os pressupostos de Berry et al. (2014) e Hong (2015), no que diz respeito aos estudos de natureza quantitativa, sendo caracterizado como uma pesquisa descritiva, mais especificamente um levantamento *survey*.

Para Carnevalli et al. (2013), o levantamento *survey* pode ser entendido como um trabalho de campo, que avalia uma amostragem, por meio da coleta de dados, via questionário. Além disso, de acordo com estes autores, o levantamento *survey*, também serve para auxiliar a operacionalização de técnicas de análise multivariada.

Segundo Dresch e Miguel (2015), o levantamento *survey* tem sido empregado em estudos por apresentar procedimentos metodológicos que permitem ao investigador ter condições de extrair conclusões acerca do fenômeno estudado, ou, da população, se apoiando da matemática estatística. Estes autores afirmam que, ao fazer uso da *survey*, o pesquisador pode especificar as técnicas de coleta e análise de dados, proporcionando credibilidade aos dados obtidos, bem como evidenciar o rigor adotado e a possibilidade de futura replicação desses estudos.

De acordo com Cay e Uyan (2013), a definição da população e amostra deve ser criteriosa, de forma a permitir a visualização do fenômeno a ser investigado. Carnevalli et al. (2013) indicam que a amostra do levantamento *survey* pode ser não probabilística, ou seja, a escolha dos elementos da amostra pode não ser aleatória.

Para aplicação do questionário, foi elaborada uma carta de apresentação, explicando os procedimentos para preenchimento do instrumento de coleta de dados, regras gerais e breve apresentação do propósito da pesquisa (Apêndice A).

#### 4.1.1. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO E DA AMOSTRA

Segundo Miguel et al. (2012), o número total de elementos que formam a população influencia todo processo de planejamento e execução do levantamento *survey*. Por estes motivos, Cao (2012) e Baker et al. (2013), não recomendam trabalhar com todos os elementos que compõe uma população, mas com parte dela.

Desta forma, devido aos elementos de uma população não serem semelhantes, faz-se necessário escolher quais irão compor a amostragem, permitindo com isso, empregar um procedimento de controle, que estabeleça uma amostra adequada aos objetivos da investigação (CAY; UYAN, 2013).

Devido à importância que possuem para a logística brasileira, corredores de transporte dos Estados de Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES) estão recebendo investimentos em infraestrutura por meio do Programa de Investimentos em Logística - PIL (BRASIL, 2015a). O PIL prevê ampliações de fluxos de eixos logísticos, concessão de exploração privada de trechos rodoviários e, ampliação e construção de portos nestes corredores (IJSN, 2013; BRASIL, 2015a).

Assim, considerando a importância desses corredores para a logística brasileira, a população determinada para esta tese, compreende empresas formalmente constituídas, presentes num raio de até 150 Km dos corredores que interliga o Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A) e, das regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2015), Junta Comercial do Estado do Espírito Santo (JUCEES, 2016) e Junta Comercial do Estado de Minas Gerais (JUCEMG, 2016), existem nas proximidades desses corredores 63 municípios e 4178 empresas (Tabela 3).

**Tabela 3** – Proporção da população

Corredor de transporte	Empresas		Municípios		Total	%
	Quant.	%	Quant.	%		
Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A)	3284	79	37	59	3321	78
Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B)	894	21	26	41	920	22
<b>Total</b>	<b>4178</b>	<b>100</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>4241</b>	<b>100</b>

Fonte: IBGE (2015), JUCEES (2016) e JUCEMG (2016)

De acordo com Miguel et al. (2012), a amostra deve ser selecionada com o máximo de rigor, e, com isso, o levantamento ter condições de aproximar-se dos resultados que poderiam ser obtidos, caso fosse possível, pesquisar e obter respostas válidas de todos os elementos da população.

A representatividade dos dados coletados e legitimidade da pesquisa, pode ser verificada a partir da determinação estatística do tamanho da amostra (BAKER et al., 2013). Segundo Cao (2012), o tamanho da amostra está relacionado com a amplitude do universo de pesquisa, ao nível de confiança definido, da estimativa de erro admitido e, da proporção da característica pesquisada no universo.

O tamanho da amostra, ou o número de respondentes necessários para o levantamento *survey*, depende do quão grande é a população e qual a confiabilidade desejada para os resultados obtidos (CAY; UYAN, 2013). Para Bagozzi e Yi (2012), o tamanho de amostra a ser utilizada na SEM têm que conter 100 elementos ou mais, e utilizar uma razão de pelo menos cinco vezes elementos do que a quantidade de variáveis manifestas. Desta forma, objetivando o dimensionamento do tamanho da amostra, neste trabalho foi adotada a expressão apresentada na Equação 1 (DUPONT; PLUMMER, 1990).

$$n = \frac{Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right] \cdot N}{(N-1) \cdot e^2 + Z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right]} \quad (1)$$

Em que  $n$  é o tamanho da amostra,  $N$  representa o tamanho da população,



$e$  é o erro amostral,  $\frac{x}{n}$  é a proporção estimada do item pesquisado na amostra (%),  $Z$  é o valor da abscissa da curva normal associada ao nível de confiança.

Na sequência foi realizada uma análise de normalidade das variáveis a partir dos coeficientes de assimetria e curtose (XIA et al., 2016). Para aplicar as técnicas de modelagem de equações estruturais, de acordo com Chandio (2011), o valor máximo considerado nesta tese para a assimetria (*skewness*) é de |3| e para a curtose (*kurtosis*) é de |10|.

Para Bagozzi e Yi (2012), Lai et al. (2016) e Xia et al. (2016), a curtose admite valores com escores até |10|, sendo esta uma medida que comprova a elevação ou o achatamento de uma distribuição em comparação à distribuição normal, em que um valor positivo evidencia uma elevação da distribuição, e um valor negativo uma distribuição achatada. Para estes autores, valores com escores superiores a |3| são entendidos como extremamente assimétricos, ou seja, um valor de assimetria positivo indica que o caso em estudo está abaixo da média, e os casos acima da média apresentam uma assimetria negativa.

Segundo Chandio (2011) e Lam et al. (2012), para verificar a normalidade de uma amostra é recomendado o teste de Kolmogorov-Smirnov, no qual se baseia na máxima diferença entre a distribuição acumulada da amostra e a esperada, os valores aceitáveis devem ser menores que 0,05. De acordo com esses autores, o teste de Kolmogorov-Smirnov é o mais apropriado para dados ordenados, sendo ideal quando os elementos possuem distribuição contínua.

Neste trabalho, a população é considerada finita ( $N$ ), com valor de 4241, sendo adotado nível de confiança ( $Z$ ) de 95%, com valor da abscissa de 1,96, erro amostral máximo de 5 pontos percentuais, e proporção estimada de 95%. Assim, a partir da Equação 1, foi estimada a proporção do tamanho da amostra de acordo com a população pesquisada (Tabela 4).

**Tabela 4** – Proporção do tamanho da amostra de acordo com a população

Corredor de transporte	Empresas		Municípios		Total	%
	Quant.	%	Quant.	%		
Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A)	72	51	25	56	97	52
Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B)	68	49	20	44	88	48
<b>Total</b>	<b>140</b>	<b>100</b>	<b>45</b>	<b>100</b>	<b>185</b>	<b>100</b>

O modelo de amostragem foi não probabilístico e por conveniência, ou seja, a preferência quanto aos elementos da amostra não é aleatória (UPRICHARD, 2013). Essa escolha foi devido às empresas selecionadas serem de capital aberto e divulgarem seus dados contábeis. Para Krosnick (1999), esse modelo de amostragem caracteriza uma amostra intencional, conforme a possibilidade de obtenção de dados.

Neste trabalho, os corredores que interliga o Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A) e das regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B), foram utilizados como unidades de análise para validação do modelo proposto.

#### 4.1.2. ELABORAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

O instrumento de coleta de dados utilizou uma escala preferencial num questionário, sendo composto por um conjunto de questões estruturadas. Segundo Chandio (2011), uma escala preferencial deve ser utilizada de forma a envolver a percepção dos respondentes, por meio da percepção e afetividade sobre o fato investigado, atendendo ao requisito de distribuição contínua. Este autor afirma que essa escala permite descrever valores quantitativos a dados qualitativos, tornando-os passíveis de análise estatística.

Neste trabalho, para operacionalização da SEM e do AHP, foi empregada escala preferencial que compara pares de julgamentos (SAATY, 1977), baseada na aptidão do respondente em perceber o relacionamento entre objetos e circunstâncias observadas (Tabela 5).

**Tabela 5** – Escala preferencial

Valor numérico de $A_{ij}$	Escala verbal
1	Igual importância de $i$ e $j$
3	Moderada importância de $i$ sobre $j$
5	Forte importância de $i$ sobre $j$
7	Importância muito forte de $i$ sobre $j$
9	Extrema importância de $i$ sobre $j$
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários.

**Fonte:** Saaty (1977)

O Apêndice B apresenta o instrumento de coleta de dados encaminhado aos respondentes, em sua versão compilada após o tratamento dos dados, acompanhado de carta de apresentação (Apêndice A), bem como de um termo de sigilo e confidencialidade que teve por objetivo proporcionar credibilidade sobre a utilização e emprego dos dados coletados (Apêndice C).

Miguel et al. (2012) definem questionário como um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de questões, que podem ser respondidas sem a presença do entrevistador. Assim, relata-se que foi empregado questionário como técnica para coleta de dados desse trabalho, dividido em duas partes. Sua aplicação se deu por meio de solicitação telefônica e por *e-mail*, sendo composto de questões estruturadas e pré-testadas em um estudo-piloto.

Na primeira parte do questionário, composta pela Questão 1, são listadas as dimensões e variáveis a serem avaliadas para operacionalização da SEM (Apêndice B). Na segunda parte, Questões 2 a 34, são apresentadas dimensões, variáveis e opções para localização de Centro de Distribuição nos corredores que interliga o Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A) e das regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B), para serem utilizadas na operacionalização do AHP.

De acordo com Miguel et al. (2012), as perguntas do questionário desta tese podem ser classificadas como fechadas, visto que o respondente seleciona sua resposta entre as opções disponibilizadas. Nesta tese, as questões foram dispostas em formato de tabela de correlação, utilizando planilha eletrônica, a

fim de proporcionar condições intuitivas de percepção aos respondentes, com relação as comparações paritárias entre as opções apresentadas. Ao todo, foram elaboradas trinta e quatro questões, subdivididas em três partes para atender ao desenvolvimento da pesquisa (Figura 18).

Ao preencherem cada questão, os respondentes, por meio de interface interativa, visualizaram o *status* da mesma, sendo a consistência dos julgamentos verificada, e surgindo uma mensagem informativa automaticamente, nos casos de julgamentos consistentes (Figura 18a), ou inconsistentes (Figura 18b).

(a)

Retorna ao menu principal

Texto da questão

Qual a importância relativa das dimensões abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES)?

Preenchimento dos espaços na cor amarelo

	Custo	Acessibilidade	Segurança	Impactos
Custo	1	2	1	2
Acessibilidade	1/2	1	2	2
Segurança	1	1/2	1	2
Impactos	1/2	1/2	1/2	2

Seleção da opção de resposta

Razão de consistência 0,077582

Julgamentos

Cálculo automático da razão de consistência

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!

Status de acordo com a consistência ou não dos julgamentos

(b)

Retorna ao menu principal

Qual a importância relativa das dimensões abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Custo	Acessibilidade	Segurança	Impactos
Custo	1	2	1	2
Acessibilidade	1/2	1	2	2
Segurança	1	1/2	1	7
Impactos	1/2	1/2	1/7	1

Razão de consistência 0,192025

Julgamentos inconsistentes!!

Cálculo automático da razão de consistência

Status de acordo com a consistência ou não dos julgamentos

Por gentileza queira rever vossas opiniões!!

Figura 18 – Exemplo de questão de pesquisa

#### 4.1.3. VALIDAÇÃO DO INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Para Moro et al. (2015), um instrumento de coleta de dados deve passar por uma avaliação de adequabilidade, sendo submetido à validação semântica e de conteúdo. De acordo com estes autores, *experts* na área, além de avaliar o conteúdo, podem opinar sobre a forma dos questionários quanto à sua clareza, objetividade e precisão de linguagem.

A validação de um instrumento de coleta de dados, deve ser entendida como um procedimento metodológico em que a efetividade do mesmo é avaliada, podendo com isso, surgir adequações que levem a melhora da mensuração (KALSON, 2014).

De acordo com Bechhofer et al. (2013), a validação auxilia a calibração do instrumento de coleta de dados, e, por conseguinte, permite melhores condições para reprodutibilidade dos procedimentos metodológicos adotados. Para estes autores, essa validação auxilia a exposição e publicação de dados e resultados.

A validação de conteúdo do instrumento de coleta de dados foi realizada em duas etapas, tendo por finalidade verificar se o objeto a ser mensurado pode ser identificado. A primeira etapa ocorreu com teste-piloto, para avaliar a pertinência e entendimento do conteúdo, a escala utilizada no instrumento e levantamento inicial de opções.

O teste-piloto teve como intenção adequar o instrumento de coleta de dados à realidade dos entrevistados, em termos de conceitos utilizados e ortografia, a partir do ajuste e correção textual, sendo realizado no período de 17/05 a 20/05/2016. Este teste foi submetido a cinco *experts* atuantes na área de pesquisa e em programas *stricto sensu*, os quais foram selecionados pela sua especialização na área de estudo, ou que tinham experiência em validação de instrumentos de medição para a avaliação da adequação conceitual, relevância, abrangência e clareza dos itens.

A segunda etapa para validação do instrumento de coleta dados foi a realização

de teste junto a uma amostra de 5% (Tabela 6) dos prováveis respondentes definidos na Tabela 3, no período de 23/05 a 31/05/2016, sendo apresentado *layout* do questionário e as opções levantadas inicialmente na primeira etapa. Com isso, foi possível verificar a aderência textual do questionário, além de levantar questões de entendimento, ambiguidades e o tempo necessário para o preenchimento.

**Tabela 6** – Proporção do tamanho da amostragem do teste do instrumento de coleta de dados

Corredor de transporte	Empresas	Municípios	Total
	Quant.	Quant.	
Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A)	5	3	8
Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B)	4	3	7
<b>Total</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>15</b>

A partir do teste do instrumento de coleta de dados, foi possível verificar que o texto ora ajustado deveria ter adicionalmente a variável Incentivos fiscais (C1), associada à dimensão Custo (CUSTO), por ser considerada como importante item para a construção e operação de um CD (Quadro 7).

**Quadro 7** – Dimensões e variáveis obtidas após o teste do instrumento de coleta de dados

Dimensões	Variáveis
Custo (CUSTO)	Incentivos fiscais (C1)
	Custo de construção (C2)
	Custo de operação (C3)
Acessibilidade (ACESS)	Acessibilidade às principais vias (A1)
	Acessibilidade aos destinos de carga (A2)
Segurança (SEGUR)	Segurança no tráfego (S1)
	Segurança no CD (S2)
Impactos (IMPAC)	Poluição atmosférica (I1)
	Geração de resíduos (I2)
	Geração de emprego e renda (I3)
	Geração de tributos (I4)

Desta forma, a variável Incentivos fiscais (C1) foi adicionada à versão final do questionário para realização da coleta de dados, perfazendo um total de 4 (quatro) dimensões e 11 (onze) variáveis.

#### 4.1.4. COLETA E PROCESSAMENTO DE DADOS

A coleta de dados é o período em que o pesquisador contata os entrevistados para entregar o questionário e, o processamento de dados envolve a seleção, a validação e a avaliação do trabalho de campo (MIGUEL et al., 2012).

Considerando o tamanho da amostra (Tabela 3), a coleta de dados foi realizada da seguinte forma: os questionários foram enviados pelo próprio pesquisador por *e-mail*, juntamente com a carta de apresentação (Apêndice A) e termo de sigilo e confidencialidade (Apêndice C).

Nesta tese, foi adotada a abordagem de “caso completo”, a qual consiste na inclusão de questionários preenchidos corretamente, e por completo (ALVES, 2013). *Missing values* ou valores em falta podem ser evidenciados durante o processamento de dados, entretanto, devido as distorções que podem provocar nas inferências, devem ser subtraídos, tendo a preocupação de preservar a distribuição original dos dados com a aplicação de ações corretivas (KALSON, 2014).

A preparação inicial dos dados é importante para o uso das técnicas estatísticas multivariadas, com isso, se *missing values* não são tratados adequadamente pelo pesquisador, o resultado observado possivelmente será diferente daqueles em que *missing values* não estão presentes (CHANDIO, 2011).

Alves (2013) cita que, embora não haja diretrizes sobre o que constitui ausência de dados, entende que os valores em falta devem constituir menos de 10% do total de dados, de forma a não comprometer a amostragem obtida. Para este autor essa condição tende a evitar ocorrência de exclusões intencionais.

Nesta tese, “valores em falta” é considerado como ausência de resposta de alguma questão. Para tanto, existiu a observação do descarte de até 10% dos dados que estivessem ausentes, ou que, não estivessem em conformidade com a escala do instrumento de coleta. Esse limite não foi ultrapassado, no entanto, se esse limite fosse extrapolado, haveria nova coleta.

Para Omar e Hussin (2013), uma amostragem deve apresentar dados consistentes para processamento, ou seja, devem estar isentos de observações anômalas. Estes autores identificam essas observações como *outliers*, que devem ser tratadas, devido poderem corromper a análise de um conjunto de dados.

Segundo Chandio (2011), *outliers* ou observações atípicas são aquelas que possuem uma combinação singular de características identificáveis, sendo percebível, diferentes das outras observações, ou seja, o número de desvios padrão pelo qual um valor qualquer dista da média (*Z score*).

*Outliers* necessitam receber tratamento porque, a sua ocorrência pode ocasionar como conseqüências, a distorção das variâncias e das covariâncias entre dimensões ou variáveis, afetando com isso, os resultados provenientes da SEM (BAGOZZI; YI, 2012; OMAR; HUSSIN, 2013).

Para Kalson (2014), é importante observar que ao considerar individualmente cada variável, pode-se verificar a presença de *outliers* univariados, sendo que a ocorrência de valores extremos em mais de uma variável, tende caracterizar a existência de *outliers* multivariados. Segundo este autor, para uma amostra com mais de 100 elementos, o intervalo  $|Z| < 3$  (*Z score*), para um valor de  $p < 0,001$ , deve ser atendido, e, valores superiores a este intervalo podem ser caracterizados como *outlier* (Tabela 7), nesta tese, esse intervalo foi utilizado para verificação de tais ocorrências.

**Tabela 7** – Valores críticos para *Z score*

Tamanho da amostra ( <i>n</i> )	Intervalo ( <i>Z score</i> )
$n < 100$	$-2,5 < Z < 2,5$
$n > 100$	$-3 < Z < 3$

**Fonte:** Kalson (2014)

Devido à possibilidade de ocorrência de interferência nos resultados, após realizada inferência estatística, foi feita a subtração dos *outliers*, a fim de proporcionar condições favoráveis a confiabilidade dos resultados com técnicas estatísticas multivariadas.



O processamento dos dados obtidos a partir dos questionários foi realizado com a utilização do *software* estatístico SPSS (*Statistical Package for the Social Science*) *Statistics Desktop 23.0*, versão *trial*, a fim de servir de subsídio para minimização de erros. A análise de dados foi precedida de preparação inicial, *missing values* (valores em falta) e *outliers* (valores atípicos) foram identificados e trabalhados para evitar possíveis discrepâncias.

A verificação da confiabilidade interna da escala utilizada no instrumento de coleta de dados pode ser entendida como importante verificação da medição da qualidade do questionário, auxiliando a identificação de inconsistências e o efeito sobre os resultados (CHANDIO, 2011). Este autor cita que o alfa de Cronbach ( $C_\alpha$ ) tem sido utilizado na literatura em aplicações de análise multivariada, por auxiliar na geração de resultados próximos da realidade.

Cronbach (1951) cita que o  $C_\alpha$  pode ser entendido como teste que estima a confiabilidade da escala utilizada, fornecendo determinação da consistência interna do instrumento de coleta de dados, ou seja, verificação da existência de correlação média entre os itens do instrumento.

Baseando-se no  $C_\alpha$ , Martínez-López et al. (2013) citam que valor de coeficiente igual ou superior a 0,7 indica consistência interna adequada, devido a obtenção de função que representa a média da intercorrelação entre os itens testados satisfatoriamente. Para Doloi et al. (2012), como regra geral, o  $C_\alpha$  deve estar nas seguintes faixas:  $C_\alpha > 0,9$  indica excelente correlação entre os itens,  $0,9 > C_\alpha > 0,8$  como boa,  $0,8 > C_\alpha > 0,7$  como aceitável,  $0,7 > C_\alpha > 0,6$  como questionável,  $0,6 > C_\alpha > 0,5$  como baixa correlação, e  $0,5 > C_\alpha$  sendo inaceitável.

Nesta tese, a confiabilidade dos dados coletados foi verificada por meio da análise da consistência das respostas dos entrevistados, sendo adotado um valor mínimo aceitável 0,7 para o  $C_\alpha$ .

A amostragem foi realizada no período de 02/06 a 16/08/2016 (Tabela 8), sendo obtidos 307 questionários; no entanto, houve a detecção de 9 (nove) *missing values*, e, de 25 (vinte e cinco) *outliers*, os quais foram retirados, e, com isso, ao verificar a confiabilidade interna da escala utilizada no instrumento de coleta de dados, por meio do alfa de Cronbach ( $C_\alpha$ ), a amostragem pode ser considerada aceitável (Apêndice E).

**Tabela 8** – Proporção da amostragem de acordo com a população pesquisada

Corredor de transporte	Empresas		Municípios		Total	%
	Quant.	%	Quant.	%		
Leste e Oeste de MG ao ES (Corredor A)	97	47	29	44	126	46
Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória (Corredor B)	110	53	37	56	147	54
<b>Total</b>	<b>207</b>	<b>100</b>	<b>66</b>	<b>100</b>	<b>273</b>	<b>100</b>

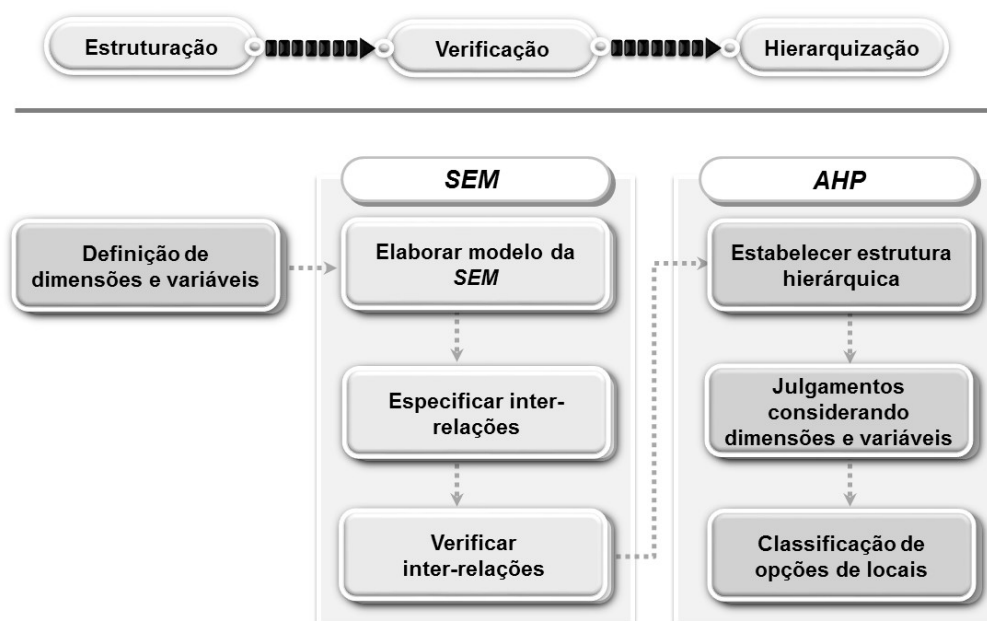
#### 4.2. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste subitem, apresenta-se o objeto desta tese, isto é a proposta de um modelo para indicação de local para instalação de CD's. Este modelo é constituído por análise de correlação de um conjunto de critérios (dimensões e variáveis) utilizando técnicas de análise multivariada (SEM). Após análise de consistência desse conjunto, aplica-se o método multicritério (AHP) para indicar prioridades para seleção de local de CD.

##### 4.2.1. MODELO PARA LOCALIZAÇÃO DE CENTROS DE DISTRIBUIÇÃO

O modelo proposto nesta tese defende que características dos corredores de transporte e aspectos da regionalização portuária propiciam desenvolvimento regional. Estes aspectos e características, utilizados como dimensões e variáveis na seleção do local para instalação do Centro de Distribuição com uso do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), são expostos à análise de correlação, por meio da *Structural Equation Modeling* (SEM). Essas dimensões e variáveis

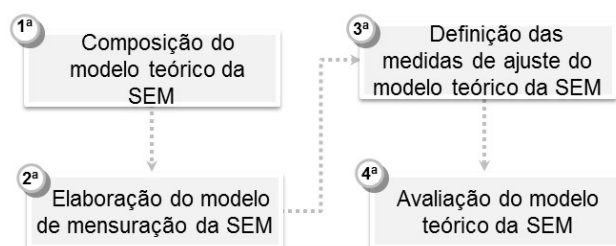
consistem no conjunto de critérios do modelo proposto. A SEM é utilizada para verificar a consistência desse conjunto, gerando um subconjunto com elementos que possuem inter-relações, o qual é usado no AHP. Com isso, tem-se maior robustez na hierarquização de locais alternativos nos corredores analisados. O modelo proposto é formado por três etapas (estruturação, verificação e hierarquização) e parte do pressuposto que os corredores de transporte já sejam identificados na região em que será localizado o Centro de Distribuição (Figura 19).



**Figura 19** – Estrutura do modelo proposto

Na primeira etapa do modelo para localização de CD's, é realizada a estruturação e definição do conjunto de critérios (dimensões e variáveis) para seleção e hierarquização de opções de locais para escolha, sendo também consideradas as opiniões de *stakeholders* por meio de levantamento *survey*.

A partir da estruturação do conjunto de critérios, é efetivada a verificação de inter-relações entre dimensões, pela análise de correlação, com uso de modelagem por meio de equações estruturais (segunda etapa do modelo proposto). Essa etapa contém quatro fases para operacionalizar a SEM (Figura 20).



**Figura 20** – Síntese das etapas para operacionalização da SEM

A primeira fase realiza a elaboração do modelo teórico da SEM, utilizando as hipóteses elaboradas para o diagrama de caminhos (subitem 2.4), tendo em vista possibilidades de inter-relações entre as dimensões definidas na primeira etapa.

Na sequência, é realizada a composição do modelo de mensuração da SEM (segunda fase), a partir da indicação do relacionamento de cada dimensão com as possíveis direções de causalidade entre as dimensões manifestas, tendo por base o modelo teórico definido na primeira fase.

Na terceira fase, é realizada a definição de medidas de ajuste, para verificação da consistência do modelo teórico da SEM. Essa verificação é realizada utilizando os índices de ajuste RMSEA, por tender a rejeitar modelos em que a amostra não esteja compatível com a população e indicar a necessidade de adicionar variáveis, o índice GFI, por representar a mensuração da variância e covariância, e o índice AGFI, por penalizar o acréscimo de parâmetros, podendo, com isso, ser utilizado para avaliar o ajuste geral do modelo teórico da SEM (Quadro 6).

A quarta fase da etapa de verificação realiza avaliação do modelo teórico da SEM, ao verificar a consistência desse modelo, por meio de índices de ajuste (Quadro 6). Nesta tese, em caso de inconsistência do modelo teórico da SEM, este será reespecificado, considerando os apontamentos e observações indicados pelos *experts* na área no teste-piloto, que estabelece, como prioridade de reespecificação, a remoção inicial dos impactos, seguido da acessibilidade e segurança.

A terceira etapa do modelo proposto para localização de CD's realiza aplicação do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) em três fases, para determinar a

hierarquização das dimensões e variáveis que influenciam a decisão de localização de CD's.

A primeira fase da etapa de hierarquização, tendo por base o conjunto de critérios (dimensões e variáveis) elaborado na segunda etapa do modelo, estabelece uma estrutura hierárquica para operacionalização do AHP. Na sequência, são realizados julgamentos paritários que envolvem essas dimensões e variáveis, e as opções levantadas na primeira etapa desse modelo, sendo verificadas suas respectivas consistências. A partir desses julgamentos, a terceira fase realiza a hierarquização dessas opções.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, é apresentada a aplicação do modelo para localização de CD's, que integra técnicas de análise multivariada (*Structural Equation Modeling – SEM*) e método multicritério (*Analytic Hierarchy Process – AHP*), a qual é realizada por meio de três etapas (estruturação, verificação e hierarquização) e discutidos os resultados.

Na amostra inicial de trezentos e sete respondentes previamente selecionada por meio de amostragem intencional, foram eliminados 34 questionários por possuírem informações incompletas e omissas, e serem considerados *outliers* ( $C_\alpha < 0,7$ ), resultando um total de duzentos e setenta e três respostas utilizáveis, as quais atendem o intervalo  $|Z| < 3$  (*Z score*), para um valor de  $p < 0,001$ , com isso, a amostragem pode ser validada (ALVES, 2013; KALSON, 2014). Além disso, essas respostas atendem ao quantitativo mínimo de 100 elementos válidos conforme sugerido por Chandio (2011), Omar e Hussin (2013), Rizzo e Kintner (2013) e Xia et al. (2016) para um modelo de equações estruturais.

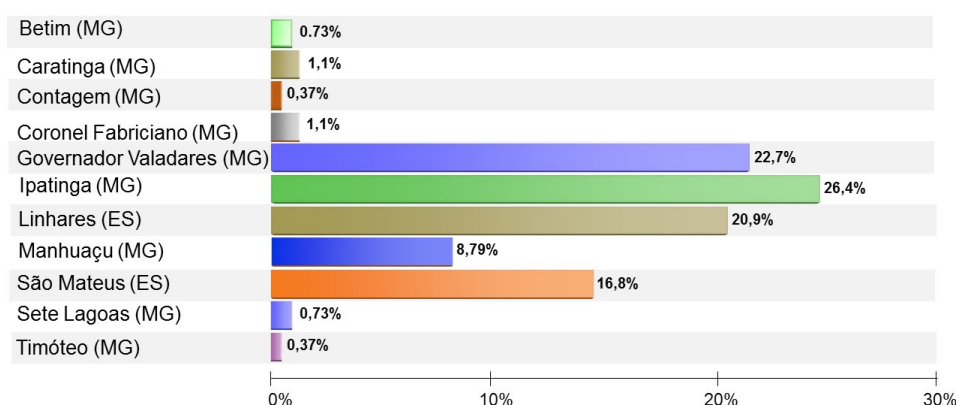
Analisando a amostragem, constata-se que a suposição de normalidade foi comprovada, isto pode ser verificado por meio da estatística descritiva que apresentou valores entre -1,278 e 0,571, evidenciando à assimetria (*skewness*) dos dados, sendo confirmados pelos valores em relação à curtose (*kurtosis*), que variam entre -2,0 e -0,367 (CHANDIO, 2011), conforme apresentado na Tabela 9.

O teste de Kolmogorov-Smirnov que se baseia na máxima diferença entre a distribuição acumulada da amostra e a esperada, apresentou valores aceitáveis menores que 0,05 (CHANDIO, 2011; LAM et al., 2012), com níveis significativos para todas as dimensões e variáveis testadas (Apêndice F), confirmando a normalidade da amostra.

**Tabela 9** – Valores de Assimetria (*Skewness*) e de Curtose (*Kurtosis*)

Variáveis	Assimetria ( <i>Skewness</i> )	Curtose ( <i>Kurtosis</i> )
IMPAC	-0,022	-2,000
SEGUR	-1,278	-0,367
CUSTO	-0,259	-1,933
ACESS	-0,396	-1,843
I4	-0,522	-1,727
I3	-0,066	-1,996
I2	-0,289	-1,917
I1	0,274	-1,925
S2	-0,621	-1,614
S1	-0,725	-1,475
C3	0,140	-1,981
C2	0,571	-1,673
C1	-0,605	-1,634
A2	-0,539	-1,710
A1	-0,319	-1,898

Assim, a primeira etapa do modelo proposto (estruturação) utilizou a literatura como embasamento teórico e as opiniões de *stakeholders*, por meio de levantamento *survey*, que serviu para definir as dimensões e variáveis (Quadro 7), e opções de locais para instalação do CD (Figura 21). Dessa forma, foram selecionadas as opções que figuraram a partir de 5% das preferências dos *stakeholders* (municípios de Governador Valadares - MG, Ipatinga - MG, Linhares - ES, Manhuaçu - MG, São Mateus - ES).

**Figura 21** – Gráfico síntese das opções para localização de CD levantadas pela *survey*

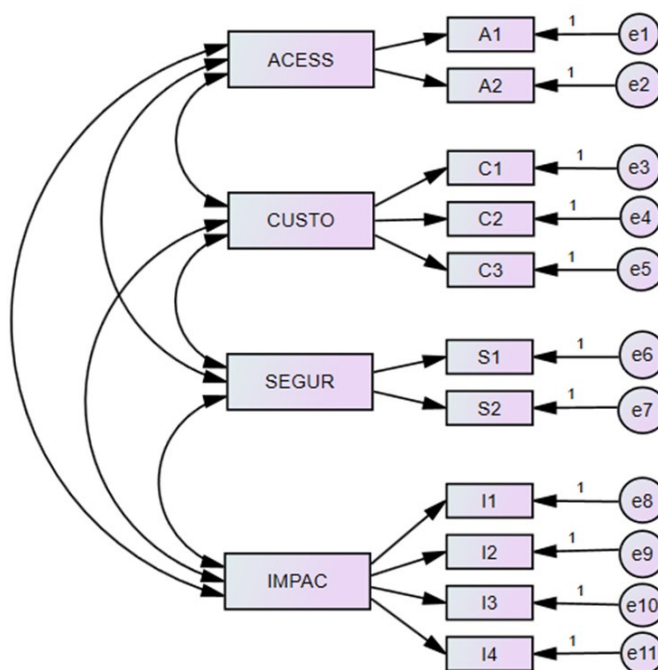
A verificação de inter-relações entre dimensões, segunda etapa do modelo, é iniciada com a composição do modelo teórico da SEM a partir das dimensões e variáveis definidas (primeira fase). O desenvolvimento do modelo teórico da

SEM teve como fundamentação as seguintes premissas (DENG et al., 2013; KOUVELIS et al., 2013; OMAR; HUSSIN, 2013): (i) destinação à investigação de um fenômeno a partir da mensuração das inter-relações em um conjunto de elementos (dimensões e variáveis) claramente definidos; (ii) a medição dos elementos do modelo é feita a partir da coleta de dados no ambiente onde se manifesta o fenômeno estudado; (iii) os dados são coletados por meio de um instrumento do tipo questionário estruturado, derivado do modelo teórico; (iv) os dados coletados são analisados por técnicas de análise multivariada.

Assim, as possibilidades de correlações entre dimensões (variáveis manifestas) foram consideradas a partir das hipóteses definidas no subitem 3.1.1 (Figura 14). Essa etapa, segundo Lai et al. (2016), serve de embasamento para o desenvolvimento e teste empírico de um modelo de mensuração que integra um conjunto de dimensões e variáveis. Com isso, essas hipóteses constantes do modelo teórico são testadas por meio de equações estruturais no modelo de mensuração (MARTÍNEZ-LÓPEZ et al., 2013).

Na sequência, a segunda fase da segunda etapa do modelo para localização de CD's, realizou a elaboração do modelo de mensuração da SEM, no qual são indicados os relacionamentos de cada dimensão, considerando as possíveis direções de causalidade, tendo por base o modelo teórico da SEM definido na primeira fase (Figura 22). Utilizando os *softwares* AMOS 23.0 versão *trial* e SPSS 23.0 versão *trial*, o modelo de mensuração foi ajustado com o recurso de Modelagem de Equações Estruturais (MEE). Antes de iniciar o procedimento analítico foram analisadas às características dos dados, quanto a existência de problemas inerentes em suas propriedades (*missing values* e *outliers*) e se estes atendem aos requisitos conceituais das técnicas que fundamentam as análises subsequentes (SAATY, 1977; CARVALHO; CHIMA, 2014).

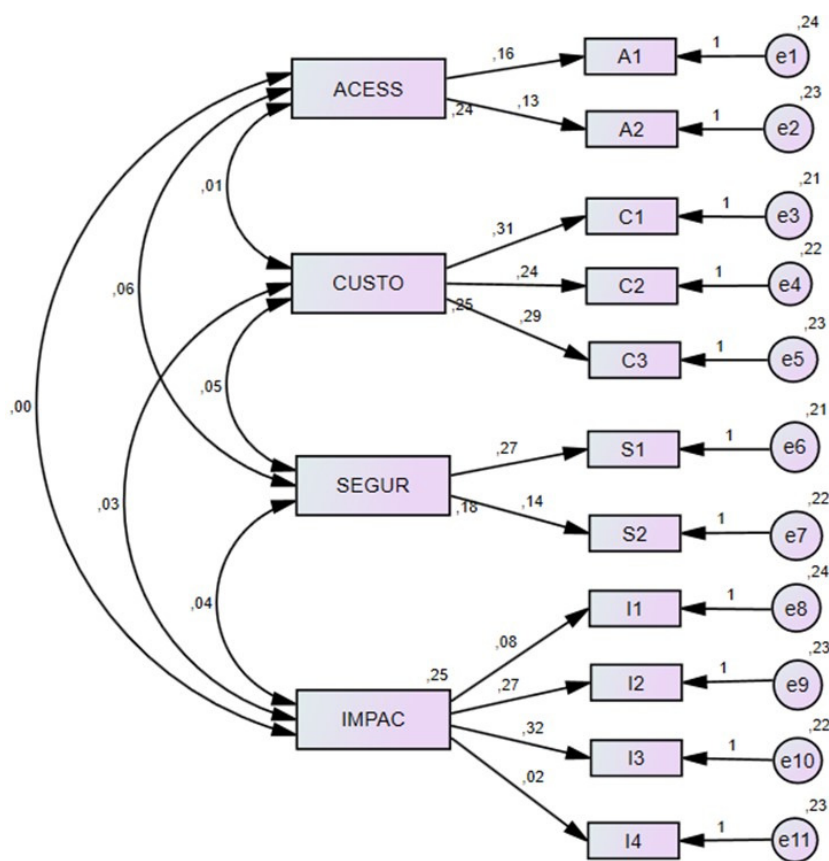




**Figura 22** – Modelo de mensuração da SEM

A partir dos índices de ajustes definidos no Quadro 6, foi realizada a terceira fase da verificação de inter-relações entre dimensões. Em seguida, as respostas do levantamento *survey* (versão final do questionário) foram codificadas, de acordo com o Quadro 7, e tabuladas no *software* SPSS, nas análises iniciais houve a detecção de 9 (nove) *missing values* e 25 (vinte e cinco) *outliers* (Apêndice E), os quais foram retirados da amostragem. A partir dessas respostas, a quarta fase da etapa de verificação teve início com a realização da *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) no *software* AMOS (Figura 23).

A CFA foi utilizada para avaliar se as dimensões se ajustam aos dados e, mediante um diagrama de caminhos, foi verificado se a relação entre as mesmas é significativa. Na CFA, as dimensões manifestas são vistas como sendo exógenas, de modo que neste tipo de análise, não se examina a causa dos inter-relacionamentos, mas o relacionamento entre os elementos que determinam os fatores (ROSSEEL, 2012).



**Figura 23** – *Confirmatory Factor Analysis* do Modelo de mensuração da SEM

Adotando a matriz de covariâncias como entrada, o modelo de mensuração foi analisado com o *software* AMOS (DENG et al., 2013). O método de estimação escolhido foi o método de máxima verossimilhança (ML) por ser uma das abordagens de estimação mais divulgadas da SEM (CHANDIO, 2011; KOUVELIS et al., 2013; CARVALHO; CHIMA, 2014; LAI et al., 2016).

A avaliação da qualidade global do modelo teórico da SEM, foi realizada ao envolver a apreciação da capacidade que esse modelo tem para reproduzir as inter-relações do conjunto de dimensões e variáveis na amostra (DENG et al., 2013). Essa apreciação é suportada pela análise do grau de ajustamento geral do modelo teórico (BAGOZZI; YI, 2012).

Cada variável foi designada para caminhos na sua respectiva dimensão. Embora todos os caminhos do modelo de mensuração (Figura 23) apresentem existência de uma relação entre as covariâncias, identifica-se que algumas dimensões possuem pouca correlação para com suas variáveis, como por exemplo, ACESS

e A2 com 0,02 e, SEGUR e S2 com 0,14. Estes valores sugerem a necessidade de ajuste do modelo teórico da SEM, fato que é corroborado pelos índices de ajustamento obtidos (Tabela 10). Verifica-se que, o Índice de qualidade de ajuste (GFI) inicialmente concebido por Jöreskog e Sörbom (1982), e generalizado para outros índices (AGFI e RMSEA) por Rizzo e Kintner (2013), atingiu o valor de 0,897 que é inferior a 0,9, indicando um ajuste ruim.

**Tabela 10** – Índices de ajuste obtidos para verificação de consistência do modelo de mensuração

Índice	Valor obtido		Consistência
RMSEA	0,120	> 0,10	Inaceitável
GFI	0,897	[0,8; 0,9[	Ruim
AGFI	0,789	< 0,8	Inaceitável

Além disso, é importante destacar a afirmação de Chandio (2011), de que um ajuste adequado de modelo não é suficiente para sustentar uma teoria estrutural proposta, sendo importante examinar as estimativas de variância para as variáveis observadas e a análise do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

Desta forma, considerando os resultados dos índices de ajuste (Tabela 9), de acordo com a literatura (OMAR; HUSSIN, 2013; KALSON, 2014; XIA et al., 2016), foi necessário reespecificar o modelo de mensuração da SEM. Para essa reespecificação, foram considerados os apontamentos e observações indicados no teste-piloto, no qual *experts* na área, indicam ajustar o modelo a partir das dimensões que possuem as menores correlações.

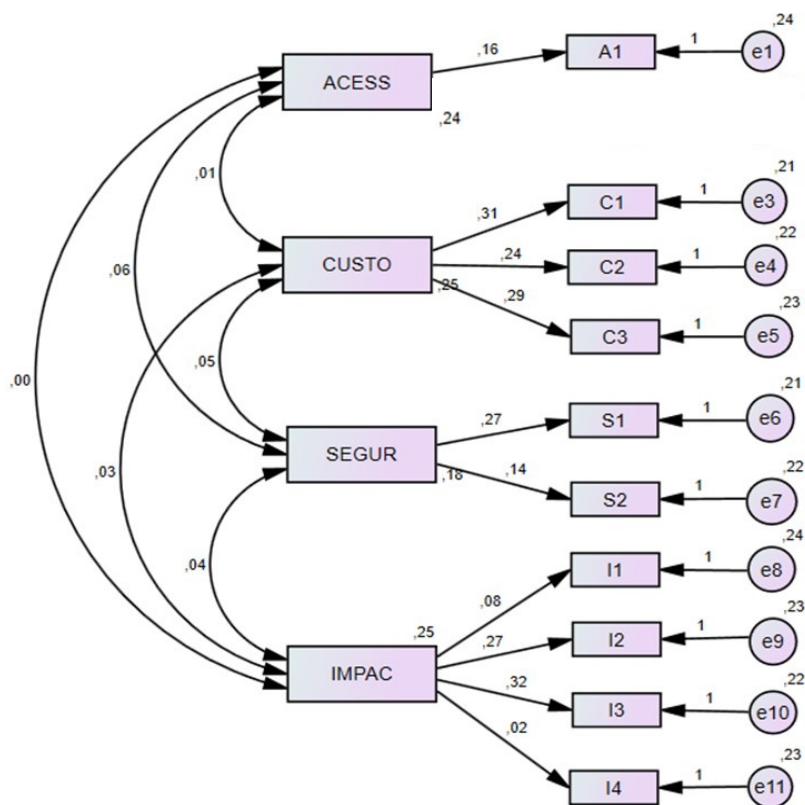
Com isso, tendo por base o modelo de mensuração (Figura 23), foram simuladas versões reespecificadas desse modelo, até o atendimento às recomendações de cessação determinada por Kalson (2014), não existência de valores ruins e inaceitáveis, tendo por base os índices de ajuste definidos no Quadro 6. Essas versões foram analisadas a partir da remoção de dimensões e variáveis que apresentaram correlações menores (Tabela 11).

**Tabela 11** – Índices de ajuste obtidos a partir da reespecificação

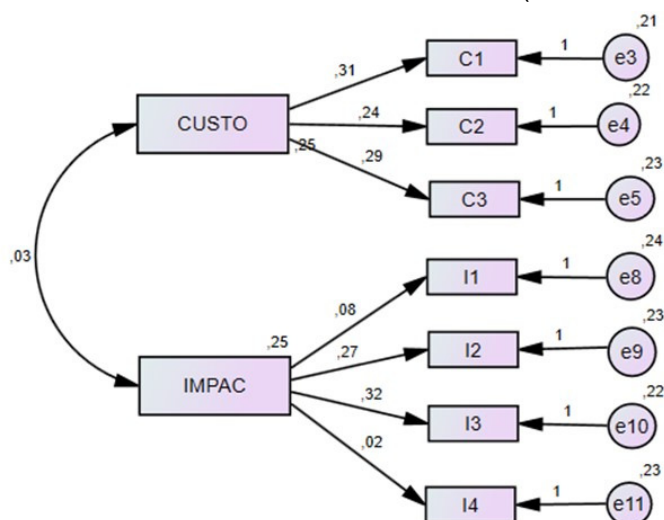
Versão Reespecificada	Dimensões e/ou variáveis removidas	Índice de ajuste					
		GFI		AGFI		RMSEA	
		Valor obtido	Consist.	Valor obtido	Consist.	Valor obtido	Consist.
V <sub>1</sub>	A2	0,802	R	0,719	I	0,163	I
V <sub>2</sub>	A1	0,809	R	0,725	I	0,157	I
V <sub>3</sub>	ACESS	0,811	R	0,730	I	0,152	I
V <sub>4</sub>	I4	0,819	R	0,741	I	0,141	I
V <sub>5</sub>	I1	0,824	R	0,749	I	0,139	I
V <sub>6</sub>	I2	0,835	R	0,762	I	0,121	I
V <sub>7</sub>	S2	0,889	R	0,826	R	0,110	I
V <sub>8</sub>	S1	0,940	B	0,892	R	0,092	A
V <sub>9</sub>	SEGUR	0,966	MB	0,928	B	0,083	A

**Nota:** Aceitável (A), Bom (B), Inaceitável (I), Muito Bom (MB) e Ruim (R)

Cada versão reespecificada do modelo de mensuração, como mostra a  $v_1$  na Figura 24, foi simulada considerando a remoção de dimensões e variáveis (Tabela 11). Com isso, foi efetuada análise das medidas de ajustamento, até esse modelo atingir índices aceitáveis, fato obtido na  $v_9$ .

**Figura 24** – Modelo de mensuração reespecificado da SEM ( $v_1$ )

A partir dos cálculos dos índices de ajuste identificou-se que, ao realizar a reespecificação do modelo teórico da SEM, o resultado obtido após a  $\chi^2$  (Tabela 11), sugere um ajuste consistente desse modelo, o que indica que não há diferença considerável entre a matriz de variáveis observadas e a matriz estimada, ou seja, o modelo reespecificado (Figura 25), reproduziu de maneira eficaz a matriz de covariância das variáveis observadas (LAI et al., 2016).



**Figura 25** – *Confirmatory Factor Analysis* do Modelo de mensuração reespecificado da SEM

O modelo teórico reespecificado indica haver significância dos caminhos das dimensões indicadas para suas respectivas variáveis. Como por exemplo, sendo  $\beta_{C1\_CUSTO} = 0,31$  com  $p < 0,001$  pode-se concluir que o efeito total da dimensão CUSTO sobre a variável C1 é estatisticamente significativo. Esse comportamento é observado nas demais variáveis (C2 e C3) associadas a essa dimensão e, também na dimensão IMPAC em que todas as variáveis possuem representatividade, sendo consideradas estatisticamente significativas com  $p < 0,001$ . Esses resultados corroboram com Karmaker e Saha (2015) e Bagum e Rashed (2014), os quais destacam que a localização de CD's por meio dos custos de construção e de operação, e de impactos relacionados ao meio ambiente e região influenciam diretamente a regionalização portuária.

O modelo teórico reespecificado explica 25% ( $R^2 = 0,25$ ) da variabilidade da dimensão CUSTO e, 25% ( $R^2 = 0,25$ ) da dimensão IMPAC. Os erros associados às variáveis são considerados aceitáveis. Nesse sentido, o modelo teórico foi

reespecificado excluindo-se dimensões e variáveis que possuíam erros correlacionados, os quais impediam atingir-se a qualidade de ajuste satisfatória. Por esse motivo, houve preocupação em não descaracterizar nenhuma dimensão, ou excluir alguma variável considerada essencial no ajuste desse modelo.

Dando continuidade à avaliação do modelo teórico reespecificado, foi realizado teste de hipótese (Tabela 12), analisando-se a significância e a magnitude dos coeficientes de regressão estimados.

**Tabela 12** – Teste de hipótese a partir do modelo reespecificado da SEM

Hipóteses $H_i$	Caminho	<i>Not standardized coefficients</i>	<i>Standard Errors</i>	<i>Critical Ratio (C.R.)</i>	<i>p-value</i>	<i>Situação</i>
$H_1$	Não reespecificado	-----	-----	-----	-----	Não suportada
$H_2$	Não reespecificado	-----	-----	-----	-----	Não suportada
	IMPAC → CUSTO	0,120	0,014	8,571	< 0,001	
	C1 ← CUSTO	0,309	0,055	5,618	< 0,001	
$H_3$	C2 ← CUSTO	0,241	0,057	4,228	< 0,001	<b>Suportada</b>
	C3 ← CUSTO	0,288	0,058	4,965	< 0,001	
	I3 ← IMPAC	0,318	0,057	5,579	< 0,001	
$H_4$	Não reespecificado	-----	-----	-----	-----	Não suportada
$H_5$	Não reespecificado	-----	-----	-----	-----	Não suportada
$H_6$	Não reespecificado	-----	-----	-----	-----	Não suportada

Ao examinar as relações causais entre os elementos que compõem o modelo teórico da SEM, inicialmente proposto, observou-se que, praticamente, todas as medidas de ajuste do modelo não apresentaram os valores recomendados pela literatura, mas os valores ficaram muito próximos da fronteira, como é o caso do GFI (0,897), do AGFI (0,789) e RMSEA (0,120). Contudo, ao se reespecificar esse modelo, considerando os coeficientes de regressão (Tabela 12), cinco das seis hipóteses não foram suportadas ( $H_2$ ,  $H_3$ ,  $H_4$ ,  $H_5$  e  $H_6$ ), evidenciando com isso, a necessidade de as relações propostas por essas hipóteses, necessitarem de maior amadurecimento teórico e empírico.

De acordo com os resultados apresentados (Tabela 12), a hipótese  $H_3$  é considerada suportada, por apresentar *Not standardized coefficients* positivos, *Standard Errors* que indicam uma dispersão aceitável dos dados, e *Critical Ratio* superior a 1,96 (CHANDIO, 2011). Ao analisar os Coeficientes de Correlação de Pearson (*p-value*), pode-se afirmar que existe uma linearidade dos dados, pois demonstram-se que todos os coeficientes têm valores positivos, menores que 0,90 e com significância  $p < 0,001$ .

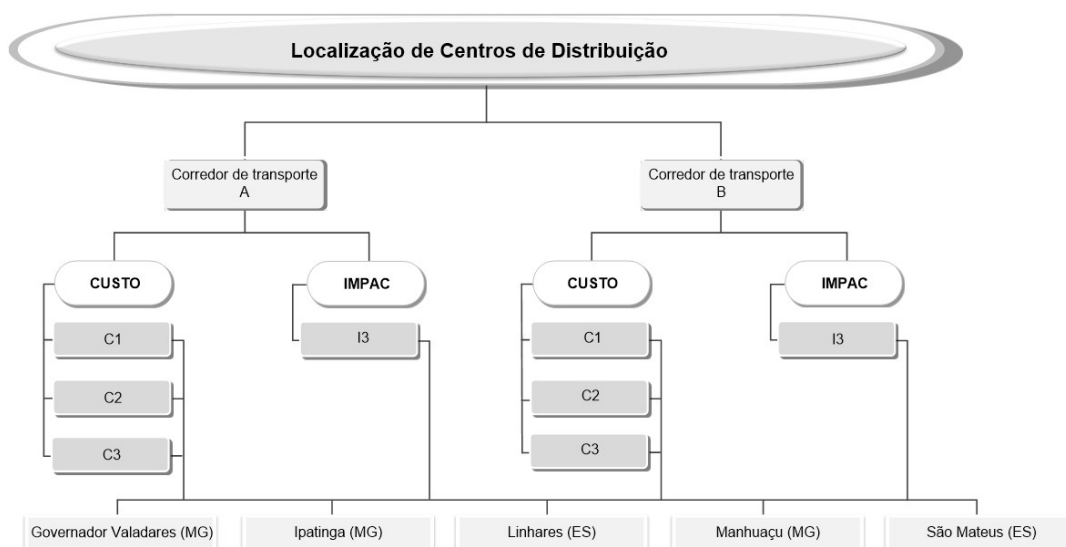
Assim sendo, aponta-se a validação da relação confirmada no teste de hipótese dos Impactos como antecedente do Custo na localização de CD ( $H_3$ :  $IMPAC \rightarrow CUSTO$ ), sendo que essa relação positiva também se apresenta nos caminhos  $C1 \leftarrow CUSTO$ ,  $C2 \leftarrow CUSTO$ ,  $C3 \leftarrow CUSTO$  e  $I3 \leftarrow IMPAC$ . Estes resultados confirmam-se igualmente aos obtidos por Portugal et al. (2011), validados em estudos posteriores (UYSAL; YAVUZ, 2014; ŽAK; WEGLIŃSKI, 2014; CHANG; LIN, 2015; KARMAKER; SAHA, 2015). No entanto, os resultados desta pesquisa identificaram outra variável (C1: Incentivos fiscais), a qual não foi utilizada, nessa literatura, em conjunto com as demais variáveis apresentadas.

Na sequência da aplicação do modelo para localização de CD, tendo por base o modelo reespecificado e a hipótese suportada, é apresentado no Quadro 8 o conjunto de critérios (dimensões e variáveis) a ser utilizado na terceira etapa (hierarquização) desse modelo.

**Quadro 8** – Dimensões e variáveis obtidas após a reespecificação

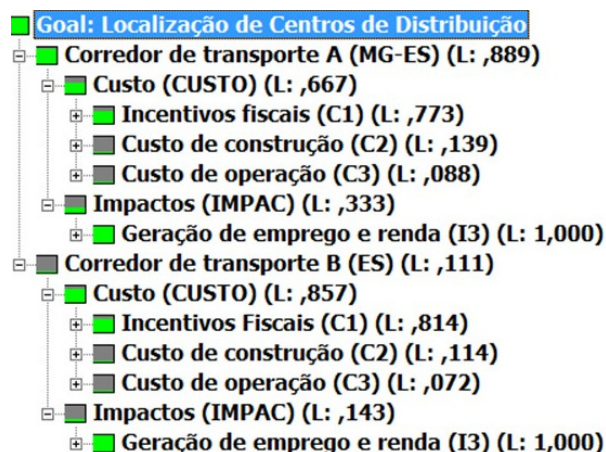
Dimensões	Variáveis
Custo (CUSTO)	Incentivos fiscais (C1)
	Custo de construção (C2)
	Custo de operação (C3)
Impactos (IMPAC)	Geração de emprego e renda (I3)

Dessa forma, a partir do Quadro 8 e das opções de locais levantadas na primeira etapa do modelo para localização de CD, a primeira fase da etapa de hierarquização, estabelece a estrutura hierárquica que auxiliará a operacionalização do AHP (Figura 26).



**Figura 26** – Estrutura hierárquica estabelecida a partir das etapas de estruturação e verificação

Na sequência, a segunda fase da etapa de hierarquização realizou análise dos julgamentos paritários das dimensões, variáveis e opções, utilizando o *software Expert Choice* (Figura 27). Esses julgamentos apresentaram Razões de Consistência que atendem a literatura ( RC ), podendo ser considerados satisfatórios (Apêndice E).



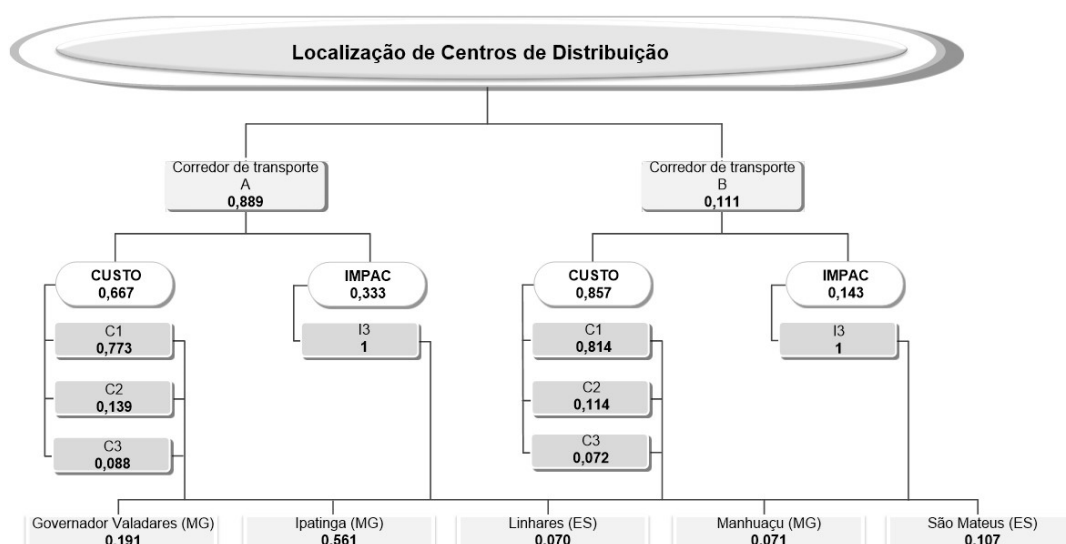
**Figura 27** – Resultados dos vetores de prioridade calculados a partir dos julgamentos paritários  
**Fonte:** *Software Expert Choice*

O fato do Corredor de transporte A ter recebido maior percentual de preferência (88,9%), Figura 27, pode ser atribuído à infraestrutura existente no mesmo, a qual está em expansão, e também ao número de empresas existentes em sua proximidade geográfica. No entanto, é importante observar que o Corredor de transporte B embora tenha recebido menor preferência (11,1%), sua



representatividade e potencial logístico são considerados pelos *stakeholders*. Isso pode ser percebido na indicação das opções dos locais para instalação do CD, em que dos 5 (cinco) municípios indicados, 2 (dois) estão nas proximidades do Corredor B. Incentivos fiscais (I3) é apontada a variável mais importante na localização nos dois corredores (77,3% e 81,4%), o que indica o valor dessa concessão para as variáveis Custo de construção (C2), Custo de operação (C3) e Geração de emprego e renda (I3).

Na sequência, a terceira fase da etapa de hierarquização realiza a organização das opções seguindo uma ordem hierárquica, a partir dos julgamentos paritários e da operacionalização do AHP (Figura 28).



**Figura 28** – Pesos das opções obtidos a partir dos vetores de prioridade

Observou-se que a experiência dos respondentes é evidenciada nos resultados dos vetores de prioridade das opções de locais para o CD. Isso pode ser verificado na hierarquização obtida, em que, embora os dois primeiros municípios estejam no Estado de MG, a terceira colocação é de um município no Estado do ES. Nas comparações paritárias, Ipatinga (MG) supera os demais municípios de MG em todas as variáveis (Apêndice E). Esse município embora seja o quarto maior em número de empresas nas proximidades do Corredor B, é considerado importante para região, com melhores ligações para a cadeia de suprimentos, do que os outros dois municípios de MG. A escolha desse município também pode ser atribuída às melhorias na infraestrutura logística ao longo do Corredor B, como o recapeamento e duplicação de rodovias, e a

melhoria da infraestrutura portuária, com a construção de portos e, a concessão e ampliação de terminais.

O modelo proposto para localização de CD's levou ao refinamento um conjunto de dimensões e variáveis presentes na literatura (Quadro 1), após serem verificadas suas inter-relações, permitindo com isso, estabelecer uma adequação às necessidades dos *stakeholders*. Uma importante contribuição desse estudo está na seleção de dados quantitativos, os quais possibilitaram a comparação com a opinião dos atores envolvidos, que acrescentaram dado qualitativo a aplicação do modelo proposto. Esse conjunto refinado utilizado para selecionar as opções para localização do CD, em comparação com a literatura (Quadro 1), apresentou-se em consonância com a mesma, indicando uma aderência do modelo proposto tanto em termos teóricos, quanto práticos

Observou-se que a experiência dos entrevistados conduziu a resultados que podem ser considerados satisfatórios, devido a validação pelos *stakeholders*, sendo inclusive solicitada a disponibilização do modelo proposto, reforçando os valores deste trabalho.

## 6. CONCLUSÕES E PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

A tese propõe um modelo para indicação de local para instalação de CD's, composto por análise das inter-relações de critérios (dimensões e variáveis), por meio da SEM, para consistência na aplicação junto ao AHP.

Os resultados da aplicação do modelo no caso de 2 (dois) corredores de transporte (Corredor A do Leste e Oeste de MG ao ES e Corredor B das regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória) indicaram que o modelo é válido. Partiu-se de um universo com 63 (sessenta e três) municípios nas proximidades desses corredores; o modelo restringiu as opções a 5 (cinco) municípios, sendo 3 (três) nas imediações do Corredor A e 2 (dois) no Corredor B. Destaca-se, como hipótese, que a remoção de variáveis é específica ao contexto de aplicação do modelo. Indica-se a confirmação dessa hipótese em trabalhos futuros.

A abordagem adotada neste trabalho permitiu identificar e caracterizar dimensões e variáveis que influenciam a decisão de localização de CD's, as quais, utilizando levantamento *survey*, foram exploradas com a assimilação de suas respectivas importâncias para essa localização sob o ponto de vista de *experts* na área e *stakeholders*.

Desta forma, os objetivos desse trabalho foram atingidos, por ter sido possível formular e testar um modelo de localização de CD's, que integra técnicas de análise multivariada e método multicritério para apoio à regionalização portuária. Foi ainda possível identificar que o equilíbrio de diferentes interesses na definição dessa localização pode ser obtido ao serem empregadas dimensões que possuam inter-relação.

As análises dos resultados confirmaram a aderência do modelo à prática das empresas, contribuindo para o planejamento de ações relacionadas a infraestrutura, logística e transportes, tanto por parte da iniciativa privada, como do setor público.

Os resultados discutidos apontam a dimensão CUSTO como elemento preponderante e a variável Incentivos fiscais (C1), inicialmente não considerada, como sendo a mais relevante na localização de CD's. A definição dessa localização deve ser tratada no planejamento e desenho da cadeia de suprimentos, considerando as necessidades de *stakeholders* e *hinterlands*.

A abordagem metodológica desse modelo colabora para o planejamento e análises de políticas de transporte, associadas à definição de investimentos, infraestrutura, políticas de incentivos fiscais e locais, relacionados a localização de CD's e à operação de movimentação de cargas.

Essa tese não pretende encerrar a discussão pertinente aos modelos de localização de CD's e, por isso, apresenta algumas limitações. Um número maior de amostras levando em consideração setores específicos, e sazonalidades, poderiam dar maior robustez às análises realizadas.

A utilização de outras regiões do país e um número maior de corredores de transporte podem auxiliar a generalização das conclusões derivadas desse trabalho.

Outra limitação que pode ser atribuída a este trabalho foi a categórica demora da coleta e processamento de dados, a qual está associada às diversas tentativas para se conseguir a devolução dos questionários preenchidos. Em alguns casos, foram necessários vários contatos por telefone e *e-mail*. Uma possível explicação para este fato é que o contexto que envolve a movimentação de cargas possui empresas que têm receio de expor informações de sua gestão, por serem consideradas estratégicas.

O modelo proposto foi desenvolvido de forma a analisar as inter-relações entre dimensões e variáveis, com posterior utilização em método multicritério. Dessa forma, poderia haver uma ampliação desse modelo ao ser empregada a lógica *fuzzy* e métodos de otimização em conjunto ao AHP, proporcionando condições ampliadas para avaliar variações e comportamentos dos julgamentos paritários.

No entanto, o modelo apresentado pode ser aplicado a diferentes cenários e contextos, com distintos *experts* e tomadores de decisão, inclusive em relação a dimensões e variáveis de escolha do setor privado e público.

Por fim, o modelo exposto, para fins de otimização de custos de transporte, a partir da localização de CD's, pode servir de ferramenta para o refinamento de mecanismos técnicos e científicos, voltados ao planejamento estratégico de atividades logísticas e transportes de cargas. Outras possibilidades podem ser sugeridas para futuras pesquisas. Dentre elas, destacam-se:

- i.* Identificar dimensões e variáveis adicionais que causem significativamente impacto sobre a localização de CD's, e que não foram apontadas neste trabalho;
- ii.* Diagnosticar dimensões e variáveis adicionais que ocasionem expressivamente impacto na percepção dos clientes sobre a qualidade de serviços logísticos;
- iii.* Apontar dimensões e variáveis que significativamente originem impacto na percepção dos clientes sobre a satisfação e valor percebido;
- iv.* Utilizar o modelo proposto neste trabalho para auxiliar a tomada de decisão em outros setores, como telefonia com banda larga, telefonia fixa, televisão a cabo e agronegócio;
- v.* Examinar se as opções selecionadas para localização de CD's, atendem a setores e segmentos específicos;
- vi.* Empregar a SEM utilizando análise multigrupos para comparar resultados do modelo proposto neste trabalho;
- vii.* Analisar o efeito da sazonalidade da movimentação de cargas anual sobre os resultados desse trabalho;
- viii.* Estender o trabalho atual e examinar as inter-relações que possam existir entre a qualidade de serviços logísticos, satisfação e valor percebido pelo cliente, associados ao custo final do produto.

## REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ-SANJAIME, Ó.; CANTOS-SÁNCHEZ, P.; MONER-COLONQUES, R.; SEMPERE-MONERRIS, J. J. The impact on port competition of the integration of port and inland transport services. **Transportation Research Part B: Methodological**, v. 80, p. 291-302, 2015.

ALVES, S. **Modelo de mensuração da competitividade turística sustentável de municípios no Brasil**. 2013. 341 f. Tese (Doutorado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração do Instituto COPPEAD, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

AMORADO, A. T.; DIMAYACYAC, L. A. B.; MEDRANO, M. B.; VELASQUEZ, R. C. Planned Distribution Center for Cerdo Real Meat Products in District IV-Batangas Province, Philippines. **Asia Pacific Journal of Multidisciplinary Research**, v. 3, n. 4, p. 125-137, 2015.

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Anuário**. 2015. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal>>. Acesso em: 28 ago. 2016.

ARONIETIS, R.; PAUWELS, T.; VANELSLANDER, T.; GADZIŃSKI, J.; GOŁĘDZINOWSKA, A.; WASIL, R. Port hinterland connections: a comparative study of Polish and Belgian cases. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 20, p. 59-68, 2011.

AWASTHI, A.; CHAUHAN, S. S.; GOYAL, S. K. A multi-criteria decision making approach for location planning for urban distribution centers under uncertainty. **Mathematical and Computer Modelling**, v. 53, n. 1, p. 98-109, 2011.

BAGOZZI, R.; YI, Y. Specification, evaluation, and interpretation of structural equation models. **Journal of the academy of marketing science**, v. 40, n. 1, p. 8-34, 2012.

BAGUM, N.; RASHED, C. A. A. Multi-criteria analysis for the selection of location for distribution center using analytical hierarchy process. **Review of General Management**, v. 20, n. 2, p. 67-82, 2014.

BAKER, R.; BRICK, J. M.; BATES, N. A.; BATTAGLIA, M.; COUPER, M. P.; DEVER, J. A.; GILE, K. J.; TOURANGEAU, R. Summary Report of the AAPOR Task Force on Non-probability Sampling. **Journal of Survey Statistics and Methodology**, v. 1, n. 2, p. 90-143, 2013.

BECHHOFFER, S.; BUCHAN, I.; ROURE, D.; MISSIER, P.; AINSWORTH, J.; BHAGAT, J.; COUCH, P.; CRUICKSHANK, D.; DELDERFIELD, M.; DUNLOP, I.; GAMBLE, M.; MICHAELIDES, D.; OWEN, S.; NEWMAN, D.; SUFI, S.; GOBLE, C. Why linked data is not enough for scientists. **Future Generation Computer Systems**, v. 29, n. 2, p. 599-611, 2013.

BERGQVIST, R.; EGELS-ZANDÉN, N. Green port dues - The case of hinterland transport. **Research in Transportation Business & Management**, v. 5, p. 85-91, 2012.

BERRY, S.; KHWAJA, A.; KUMAR, V.; MUSALEM, A.; WILBUR, K. C.; ALLENBY, G.; ANAND, B.; CHINTAGUNTA, P.; HANEMANN, W. M.; JEZIORSKI, P.; MELE, A. Structural models of complementary choices. **Marketing Letters**, v. 25, n. 3, p. 245 -256, 2014.

BHATTACHARYA, A.; KUMAR, S. A.; TIWARI, M. K.; TALLURI, S. An intermodal freight transport system for optimal supply chain logistics. **Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, v. 38, p. 73-84, 2014.

BOTTASSO, A.; CONTI, M.; FERRARI, C.; TEI, A. Ports and regional development: a spatial analysis on a panel of European regions. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 65, p. 44-55, 2014.

BRASIL. Decreto lei nº 12.815, de 05 de junho de 2013. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, 05 jun. 2013. Seção 1, p. 1 (edição extra). Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm)>. Acesso em: 07 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Fazenda – Receita Federal. **SISCOMEX**. 2015. Disponível em: <<http://www.receita.fazenda.gov.br/aduana/siscomex/siscomex.htm>>. Acesso em: 07 fev. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. **Programa de Investimentos em Logística (PIL)**. 2015a. Disponível em: <<http://www.logisticabrasil.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

CAO, J. **A structural equation model of customers behavioural intentions in the Chinese restaurant sector**. 2012. 158 f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Negócios de Newcastle, Universidade de Newcastle, Newcastle, Reino Unido.

CARNEVALLI, J. A.; MIGUEL P. A. C.; SALERNO, M. S. Aplicação da modularidade na indústria automobilística: análise a partir de um levantamento tipo *survey*. **Produção**, v. 23, n. 2, p. 329-344, 2013.

CARVALHO, J.; CHIMA, F. O. Applications of Structural Equation Modeling in Social Sciences Research. **American International Journal of Contemporary Research**, v. 4, n. 1, p. 6-11, 2014.

CAY, T.; UYAN, M. Evaluation of reallocation criteria in land consolidation studies using the Analytic Hierarchy Process (AHP). **Land Use Policy**, v. 30, n. 1, p. 541-548, 2013.

CHAKRABORTY, R.; RAY, A.; DAN, P. Multi criteria decision making methods for location selection of distribution centers. **International Journal of Industrial Engineering Computations**, v. 4, n. 4, p. 491-504, 2013.

CHANDIO, F. H. **Studying acceptance of online banking information system: a structural equation model**. 2011. 269 f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de Negócios Brunel, Universidade de Brunel, Londres, Inglaterra.

CHANG, P. Y.; LIN, H. Y. Manufacturing plant location selection in logistics network using Analytic Hierarchy Process. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 8, n. 5, p. 1547-1575, 2015.

- CHEN, L.; NOTTEBOOM, T. E. A cost perspective on the location of value-added logistics services in supply chains. **International Journal of Logistics Systems and Management**, v. 18, n. 1, p. 24-48, 2014.
- CLOTT, C.; HARTMAN, B. C. Supply chain integration, landside operations and port accessibility in metropolitan Chicago. **Journal of Transport Geography**, v. 51, p. 130-139, 2016.
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. **Psychometrika**, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951.
- DELLA BRUNA JÚNIOR, E.; ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R. An MCDA-C application to evaluate supply chain performance. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 44, n. 7, p. 597-616, 2014.
- DENG, P.; LU, S.; XIAO, H. Evaluation of the relevance measure between ports and regional economy using structural equation modeling. **Transport Policy**, v. 27, p. 123-133, 2013.
- DOLOI, H.; SAWHNEY A.; IYER K. C.; RENTALA S. Analysing factors affecting delays in Indian construction projects. **International Journal of Project Management**, v. 30, n. 4, p. 479-489, 2012.
- DORANTES, L. M.; PAEZ, A.; VASSALLO, J. M. Transportation infrastructure impacts on firm location: the effect of a new metro line in the suburbs of Madrid. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 236-250, 2012.
- DRESCH, A.; MIGUEL, P. A. C. Análise dos principais métodos de pesquisa empregados para a condução de estudos que abordam a inovação no Brasil. **GEINTEC - Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 5, n. 4, p. 2480-2494, 2015.
- DUCRUET, C.; ITOH, H. Regions and material flows: investigating the regional branching and industry relatedness of port traffics in a global perspective. **Journal of Economic Geography**, v. 16, n. 4, p. 805-830, 2016.
- DUPONT, W. D.; PLUMMER, W. D. Power and sample size calculations: a review and computer program. **Controlled clinical trials**, v. 11, n. 2, p. 116-128, 1990.
- DURBACH, I. N.; STEWART, T. J. A comparison of simplified value function approaches for treating uncertainty in multi-criteria decision analysis. **Omega**, v. 40, n. 4, p. 456-464, 2012.
- FAN, G.; GOODMAN, E. D.; LIU, Z. AHP (Analytic Hierarchy Process) and computer analysis software used in tourism safety. **Journal of Software**, v. 8, n. 12, p. 3114-3119, 2013.
- FERNÁNDEZ-AVILÉS, G.; MONTERO, J. M. Spatio-temporal modeling of financial maps from a joint multidimensional scaling-geostatistical perspective. **Expert Systems with Applications**, v. 60, p. 280-293, 2016.
- FERRARI, C.; PAROLA, F.; GATTORNA, E. Measuring the quality of port hinterland accessibility: The Ligurian case. **Transport Policy**, v. 18, n. 2, p. 382-391, 2011.



FRASER, D.; NOTTEBOOM, T. E. A strategic appraisal of the attractiveness of seaport-based transport corridors: the Southern African case. **Journal of Transport Geography**, v. 36, p. 53-68, 2014.

GALVÃO, C. B.; ROBLES, L. T.; GUERISE, L. C. The Brazilian seaport system: A post-1990 institutional and economic review. **Research in Transportation Business & Management**, v. 8, p. 17-29, 2013.

GEKARA, V. O.; CHHETRI, P. Upstream transport corridor inefficiencies and the implications for port performance: a case analysis of Mombasa Port and the Northern Corridor. **Maritime Policy & Management**, v. 40, n. 6, p. 559-573, 2013.

GOUVERNAL, E.; RODRIGUE, J. P.; SLACK, B. The divergence of regionalization: the challenges of the Mediterranean ports of Europe. In: The International Association of Maritime Economists (IAME) Conference, 2012, Taipei. **Anais...** Taipei: Chinese Maritime Research Institute (CMRI), 2012. p. 1-15.

GU, W.; WEI, L. An Integrated Location Approach for FMCG Distribution Centers in China. **Journal of Information & Computational Science**, v. 12, n. 15, p. 5753-5767, 2015.

GUTJAHR, W. J.; DZUBUR, N. Bi-objective bilevel optimization of distribution center locations considering user equilibria. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 85, p. 1-22, 2016.

GÜZEL, D.; ERDAL, H. A Comparative Assessment of Facility Location Problem via fuzzy TOPSIS and fuzzy VIKOR: A Case Study on Security Services. **International Journal of Business and Social Research**, v. 5, n. 5, p. 49-61, 2015.

HAEZENDONCK, E.; DOOMS, M.; VERBEKE, A. A new governance perspective on port-hinterland relationships: The Port Hinterland Impact (PHI) matrix. **Maritime Economics & Logistics**, v. 16, n. 3, p. 229-249, 2014.

HAIR, J. F.; RINGLE, C. M.; SARSTEDT, M. PLS-SEM: Indeed a silver bullet. **Journal of Marketing Theory and Practice**, v. 19, n. 2, p. 139-152, 2011.

HONG, I. B. Understanding the consumer's online merchant selection process: The roles of product involvement, perceived risk, and trust expectation. **International Journal of Information Management**, v. 35, n. 3, p. 322-336, 2015.

IANNONE, F. The private and social cost efficiency of port hinterland container distribution through a regional logistics system. **Transportation Research Part A**, v. 46, n. 9, p. 1424-1448, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Industrial Mensal Produção Física - Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

IJSN - Instituto Jones dos Santos Neves. **Desempenho do setor portuário do Espírito Santo**. 2013. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br>>. Acesso em: 15 fev. 2016.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 11, p. 14336-14345, 2011.

JANIC, M.; VLEUGEL, J. Estimating potential reductions in externalities from rail-road substitution in Trans-European freight transport corridors. **Transportation Research Part D: Transport and Environment**, v. 17, n. 2, p. 154-160, 2012.

JI, Y.; YANG, H.; ZHANG, Y.; ZHONG, W. Location optimization model of regional express distribution center. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 96, p. 1008-1013, 2013.

JIN, Y.; VONDEREMBSE M.; NATHAN, T. S. R.; SMITH, J. T. Exploring relationships among IT-enabled sharing capability, supply chain flexibility, and competitive performance. **International Journal of Production Economics**, v. 153, p. 24-34, 2014.

JÖRESKOG, K. G.; SÖRBOM, D. Recent developments in structural equation modeling. **Journal of Marketing Research**, v. 19, n. 2, p. 404-416, 1982.

JUCEES - Junta Comercial do Estado do Espírito Santo. **Pesquisa de Empresas ativas**. 2016. Disponível em: <<http://www.jucees.es.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

JUCEMG - Junta Comercial do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa de Empresas ativas**. 2016. Disponível em: <<http://www.jucemg.mg.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

KALSON, A. **The Effects of Leader-Member Exchange and Employee Wellbeing towards Employee Turnover Intention**. 2014. 220 f. Tese (Doutorado em Administração) - Escola de negócios Deakin, Universidade Deakin, Victoria, Austrália.

KARMAKER, C.; SAHA, M. Optimization of warehouse location through fuzzy multi-criteria decision making methods. **Decision Science Letters**, v. 4, n. 3, p. 315-334, 2015.

KOUVELIS, P.; MUNSON, C. L.; YANG, S. Robust structural equations for designing and monitoring strategic international facility networks. **Production and Operations Management**, v. 22, n. 3, p. 535-554, 2013.

KROSNICK, J. A. Survey research. **Annual review of psychology**, v. 50, n. 1, p. 537-567, 1999.

LAI, K.; GREEN, S. B.; LEVY, R.; REICHENBERG, R. E.; XU, Y.; THOMPSON, M. S.; YEL, N.; EGGUM-WILKENS, N. D.; KUNZE, K. L.; LIDA, M. Assessing Model Similarity in Structural Equation Modeling. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, v. 23, p. 1-16, 2016.

LAM, J. S. L.; SU, S. Disruption risks and mitigation strategies: an analysis of Asian ports. **Maritime Policy & Management: The flagship journal of international shipping and port research**, n. especial, p. 1-21, 2015.

LAM, S. Y.; LEE, V. H.; OOI, K. B.; PHUSAVAT, K. A structural equation model of TQM, market orientation and service quality. **Managing Service Quality: An International Journal**, v. 22, n. 3, p. 281-309, 2012.

- LEHTINEN, J.; BASK, A. H. Analysis of business models for potential 3Mode transport corridor. **Journal of Transport Geography**, v. 22, p. 96-108, 2012.
- LINDHOLM, M. Urban freight transport from a local authority perspective - a literature review. **European Transport**, v. 54, n. 3, p. 1-37, 2013.
- LIU, L.; WANG, K. Y.; YIP, T. L. Development of a container port system in Pearl River Delta: path to multi-gateway ports. **Journal of Transport Geography**, v. 28, p. 30-38, 2013.
- LUGT, L. M. V. D.; RODRIGUES, S. B.; BERG, R. V. D. Co-evolution of the strategic reorientation of port actors: insights from the Port of Rotterdam and the Port of Barcelona. **Journal of Transport Geography**, v. 41, p. 197-209, 2014.
- MACHARIS, C.; TURCK SIN, L.; LEBEAU, K. Multi actor multi criteria analysis (MAMCA) as a tool to support sustainable decisions: State of use. **Decision Support Systems**, v. 54, n. 1, p. 610-620, 2012.
- MÁRQUEZ, L.; CANTILLO, V. Evaluating strategic freight transport corridors including external costs. **Transportation planning and technology**, v. 36, n. 6, p. 529-546, 2013.
- MARTÍNEZ-LÓPEZ, F. J.; GÁZQUEZ-ABAD, J. C.; SOUSA, C. M. P. Structural equation modelling in marketing and business research: Critical issues and practical recommendations. **European Journal of Marketing**, v. 47, n. 1/2, p. 115-152, 2013.
- MARTÍNEZ-PARDO, A.; GARCIA-ALONSO, L. Analysis of the inland port regionalization process in Spain. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 162, p. 228-236, 2014.
- MASIERO, L.; MAGGI, R. Estimation of indirect cost and evaluation of protective measures for infrastructure vulnerability: A case study on the transalpine transport corridor. **Transport Policy**, v. 20, p. 13-21, 2012.
- MAZZILLO JÚNIOR, C. A.; ANZANELLO, M. J. Sistemática de seleção de variáveis para classificação de produtos em categorias de modelos de reposição. **Gestão & Produção**, v. 22, n.1, p. 201-212, 2015.
- MIGUEL, P. A. C. (Org.); FLEURY, A.; MELLO, C. H. P.; NAKANO, D. N.; LIMA, E. P.; TURRIONI, J. B.; HO, L. L.; MORABITO NETO, R.; MARTINS, R. A.; SOUSA, R.; COSTA, S. E. G.; PUREZA, V. M. M. **Metodologia de pesquisa em engenharia de produção e gestão de operações**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- MONIOS, J.; WILMSMEIER, G. Giving a direction to port regionalisation. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 46, n. 10, p. 1551-1561, 2012.
- \_\_\_\_\_. The role of intermodal transport in port regionalisation. **Transport Policy**, v. 30, p. 161-172, 2013.
- MORO, A. B.; BALSAN, L. A. G.; COSTA, V. M. F.; LOPES, L. F. D.; SCHETINGER, M. R. C. Validação de um instrumento para medir o clima organizacional entre alunos de programas de pós-graduação de uma IES. **Revista Eletrônica de Educação**, v. 9, n. 1, p. 181-195, 2015.

MOUSAVI, S. M.; TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R.; HEYDAR, M.; EBRAHIMNEJAD, S. Multi-criteria decision making for plant location selection: an integrated Delphi-AHP-PROMETHEE methodology. **Arabian Journal for Science and Engineering**, v. 38, n. 5, p. 1255-1268, 2013.

NOTTEBOOM, T. E.; RODRIGUE, J. P. Port regionalization: towards a new phase in port development. **Maritime Policy & Management**, v. 32, n. 3, p. 297-313, 2005.

ÖBERG, M.; NILSSON, K. L.; JOHANSSON, C. Governance of Major Transport Corridors Involving Stakeholders. **Transportation Research Procedia**, v. 14, p. 860-868, 2016.

OMAR, W. A. W.; HUSSIN, F. Transformational Leadership Style and Job Satisfaction Relationship: A Study of Structural Equation Modeling (SEM). **International journal of academic research in business and social sciences**, v. 3, n. 2, p. 346-365, 2013.

OPASANON, S.; LERTSANTI, P. Impact analysis of logistics facility relocation using the Analytic Hierarchy Process (AHP). **International Transactions in Operational Research**, v. 20, n. 3, p. 325-339, 2013.

ÖZCAN, T.; ÇELEBI, N.; ESNAF, Ş. Comparative analysis of multi-criteria decision making methodologies and implementation of a warehouse location selection problem. **Expert Systems with Applications**, v. 38, n. 8, p. 9773-9779, 2011.

PAL, K. Agent-Based Simulation for Supply Chain Transport Corridors. **International Journal of Computer, Electrical, Automation, Control and Information Engineering**, v. 9, n. 7, p. 1643-1647, 2015.

PARK, J. S.; SEO, Y. J. The impact of seaports on the regional economies in South Korea: Panel evidence from the augmented Solow model. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 85, p. 107-119, 2016.

PERUCHI, R. S.; PAIVA, A. P.; BALESTRASSI, P. P.; FERREIRA, J. R.; SAWHNEY, R. Weighted approach for multivariate analysis of variance in measurement system analysis. **Precision Engineering**, v. 38, n. 3, p. 651-658, 2014.

PORTUGAL, L. S.; MORGADO, A. V.; LIMA JÚNIOR, O. Location of cargo terminals in metropolitan areas of developing countries: the Brazilian case. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 4, p. 900-910, 2011.

RAIMBAULT, N.; JACOBS, W.; VAN DONGEN, F. Port Regionalisation from a Relational Perspective: The Rise of Venlo as Dutch International Logistics Hub. **Tijdschrift voor economische en sociale geografie**, n. especial, p. 1-17, 2015.

RIGDON, E. E. Calculating degrees of freedom for a structural equation model. **Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal**, v. 1, n. 3, p. 274-278, 1994.

RIZZO, V. M.; KINTNER, E. The utility of the Behavioral Risk Factor Surveillance System (BRFSS) in testing quality of life theory: an evaluation using structural equation modeling. **Quality of Life Research**, v. 22, n. 5, p. 987-995, 2013.

RODRIGUE, J. P. The geography of global supply chains: evidence from third-party logistics. **Journal of Supply Chain Management**, v. 48, n. 3, p. 15-23, 2012.

RODRIGUE, J. P.; COMTOIS, C.; SLACK, B. **The geography of transport systems**. 3<sup>rd</sup>. New York: Routledge, 2013.

RODRIGUE, J. P.; NOTTEBOOM, T. E. Foreland-based regionalization: Integrating intermediate hubs with port hinterland. **Research in Transportation Economics**, v. 27, n. 1, p. 19-29, 2010.

\_\_\_\_\_. Port regionalization: improving port competitiveness by reaching beyond the port perimeter. **Port Technology International**, v. 52, p. 11-17, 2011.

RODRIGUES, E. F.; PIZZOLATO, N. D.; BOTELHO, G. A.; SOUZA, R. O. A. Economicidade dos Centros de Distribuição: O Caso do Varejo. **Sistemas & Gestão**, v. 9, n. 4, p. 518-526, 2014.

ROSSEEL, Y. Lavaan: An R package for structural equation modeling. **Journal of Statistical Software**, v. 48, n. 2, p. 1-36, 2012.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in hierarchical structures. **Journal of mathematical psychology**, v. 15, n. 3, p. 234-281, 1977.

SADIGH, A. N.; FALLAH, H.; NAHAVANDI, N. A multi-objective supply chain model integrated with location of distribution centers and supplier selection decisions. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 69, n. 1-4, p. 225-235, 2013.

SONG, L.; VAN GEENHUIZEN, M. Port infrastructure investment and regional economic growth in China: Panel evidence in port regions and provinces. **Transport Policy**, v. 36, p. 173-183, 2014.

SPEARMAN, C. "General Intelligence" objectively determined and measured. **The American Journal of Psychology**, v. 15, n. 2, p. 201-292, 1904.

SZEREMETA-SPAK, M. D.; COLMENERO, J. C. A two-stage decision support model for a retail distribution center location. **Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia**, n. 74, p. 177-187, 2015.

TATE, W. L.; ELLRAM, L. M.; SCHOENHERR, T.; PETERSEN, K. J. Global competitive conditions driving the manufacturing location decision. **Business Horizons**, v. 57, n. 3, p. 381-390, 2014.

THEKDI, S. A.; LAMBERT, J. H. Integrated risk management of safety and development on transportation corridors. **Reliability Engineering & System Safety**, v. 138, p. 1-12, 2015.

THORNTON, S.; HENNEBERG, S. C.; NAUDÉ, P. An empirical investigation of network-oriented behaviors in business-to-business markets. **Industrial Marketing Management**, v. 49, p. 167-180, 2015.

TOMIĆ, V.; MARINKOVIĆ, D.; MARKOVIĆ, D. The Selection of Logistic Centers Location Using Multi-Criteria Comparison: Case Study of the Balkan Peninsula. **Acta Polytechnica Hungarica**, v. 11, n. 10, p. 97-113, 2014.

TSEKERIS, T. Interregional trade network analysis for road freight transport in Greece. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 85, p. 132-148, 2016.

UPRICHARD, E. Sampling: bridging probability and non-probability designs. **International Journal of Social Research Methodology**, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2013.

UYSAL, H. T.; YAVUZ, K. Selection of Logistics Centre Location via ELECTRE Method: A Case Study in Turkey. **International Journal of Business and Social Science**, v. 5, n. 9, p. 276-289, 2014.

VAN DEN BERG, R.; DE LANGEN, P. W. Hinterland strategies of port authorities: A case study of the port of Barcelona. **Research in Transportation Economics**, v. 33, n. 1, p. 6-14, 2011.

VAN LEEUWEN, J. The regionalization of maritime governance: Towards a polycentric governance system for sustainable shipping in the European Union. **Ocean & Coastal Management**, v. 117, p. 23-31, 2015.

VEENSTRA, A.; NOTTEBOOM, T. E. The development of the Yangtze River container port system. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 4, p. 772-781, 2011.

VEGA, D. S. L.; VIEIRA, J. G. V.; TOSO, E. A. V. Methodology for distribution centers location through multicriteria analysis and optimization, **Dyna**, v. 81, n. 184, p. 28-35, 2014.

VENKATESH, V.; BROWN, S. A.; BALA, H. Bridging the Qualitative-Quantitative Divide: Guidelines for Conducting Mixed Methods Research in Information Systems. **MIS quarterly**, v. 37, n. 1, p. 21-54, 2013.

WANG, B.; XIONG, H.; JIANG, C. A multicriteria decision making approach based on fuzzy theory and credibility mechanism for logistics center location selection. **The Scientific World Journal**, v. 2014, p. 1-9, 2014.

WANG, X.; MENG, Q.; MIAO, L. Delimiting port hinterlands based on intermodal network flows: Model and algorithm. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 88, p. 32-51, 2016.

WIEGMANS, B. W.; LOUW, E. Changing port-city relations at Amsterdam: A new phase at the interface? **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 4, p. 575-583, 2011.

WILMSMEIER, G.; MONIOS, J.; LAMBERT, B. The directional development of intermodal freight corridors in relation to inland terminals. **Journal of Transport Geography**, v. 19, n. 6, p. 1379-1386, 2011.

WILMSMEIER, G.; MONIOS, J.; RODRIGUE, J. P. Drivers for Outside-In port hinterland integration in Latin America: the case of Veracruz, Mexico. **Research in Transportation Business & Management**, v. 14, p. 34-43, 2015.

WIŚNIEWSKI, S. The Baltic - Adriatic Transport Corridors - Natural Environment of Logistics Infrastructure Development on the Polish Baltic Sea Coast. **Logistics and Transport**, v. 25, n. 1, p. 83-92, 2015.

WITTE, P. A. **The Corridor Chronicles: Integrated perspectives on European transport corridor development**. 2014. 172 f. Tese (Doutorado em Planejamento Regional e Urbano) - Faculdade de Geociências, Universidade Utrecht, Utrecht, Holanda.

WITTE, P. A.; WIEGMANS, B. W.; VAN OORT, F. G.; SPIT, T. J. M. Chokepoints in corridors: perspectives on bottlenecks in the European transport network. **Research in Transportation Business & Management**, v. 5, p. 57-66, 2012.

\_\_\_\_\_. Governing inland ports: a multi-dimensional approach to addressing inland port-city challenges in European transport corridors. **Journal of Transport Geography**, v. 36, p. 42-52, 2014.

WRIGHT, S. On the nature of size factors. **Genetics**, v. 3, n. 4, p. 367-374, 1918.

XIA, B.; XIONG, B.; SKITMORE, M.; WU, P.; HU, F. Investigating the Impact of Project Definition Clarity on Project Performance: Structural Equation Modeling Study. **Journal of Management in Engineering**, v. 32, n. 1, p. 221-228, 2016.

ŻAK, J.; WĘGLIŃSKI, S. The selection of the logistics center location based on MCDM/A methodology. **Transportation Research Procedia**, v. 3, p. 555-564, 2014.

## APÊNDICES



**APÊNDICE A – Carta de apresentação**

Santa Bárbara d'Oeste, 17 de maio de 2016.

Caro(a) Senhor (a)

Sou **WELLINGTON GONÇALVES**, doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Metodista de Piracicaba, matriculado sob o RA nº 64.5010-4. Minha tese, é na área de Gestão e Estratégias, tem o objetivo de propor um modelo de localização de um CD (Centro de Distribuição) em zonas secundárias dos portos do Estado do Espírito Santo.

Venho, por meio desta, solicitar autorização para coleta de dados (questionário), com a vossa pessoa ou colaborador designado, no período de 02/06 a 16/08/2016.

Informo que o caráter ético desta pesquisa assegura a preservação da identidade dos participantes, e retorno dos resultados alcançados, em caso de interesse.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não heverá compensação financeira relacionada à vossa participação. Caso venha existir qualquer despesa adicional, orirunda da referida pesquisa, esta será absorvida pelo doutorando.

Informo que a divulgação destes resultados e suas respectivas conclusões respeitará o compromisso de confidencialidade assinado pelo doutorando (em anexo).

Agradeço vossa compreensão e colaboração no processo de desenvolvimento desse trabalho. Em caso de dúvidas ou sugestões estou à disposição pelos contatos (27) 99824-0817 / (27) 3312-1587 e *e-mail's* wgoncalves@unimep.br e wellgonrj1970@gmail.com.

Atenciosamente,

Ciente:

**Wellington Gonçalves**  
**Doutorando**  
**PPGEP/UNIMEP**  
wgoncalves@unimep.br

**Maria Rita Pontes Assumpção**  
**Orientadora**  
**PPGEP/UNIMEP**  
mrpontes@unimep.br

**APÊNDICE B – Instrumento de coleta de dados**

Prezado(a) Senhor(a)  
 Este questionário faz parte da tese de doutorado em Engenharia de Produção cujo objetivo é propor modelo para a localização de um CD (Centro de Distribuição) em zona secundária. Por esse instrumento de coleta de dados pretende-se definir dimensões, variáveis e opções consideradas importantes, sob o ponto de vista de indústrias localizadas nos corredores de transporte que interliga o Leste-Oeste de MG ao ES (Corredor A) e das regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste a Vitória no ES (Corredor B), na decisão de se localizar um CD no Estado do Espírito Santo.

As questões devem ser respondidas clicando em cada ícone, as grifadas na cor vermelha, indicam que estas devem ser novamente respondidas ou revistas.

**Instruções Gerais - Q2 a Q33**

Dúvidas e contato



**Corredor de Transporte MG-ES (Corredor A)**

<b>Q1</b>	<b>Q2</b>		
<b>Q3</b>	<b>Q4</b>	<b>Q5</b>	<b>Q6</b>
<b>Q7</b>	<b>Q8</b>	<b>Q9</b>	<b>Q10</b>
<b>Q11</b>	<b>Q12</b>	<b>Q13</b>	<b>Q14</b>
<b>Q15</b>	<b>Q16</b>	<b>Q17</b>	<b>Q18</b>

**Instruções Gerais - Q2 a Q33**

Dúvidas e contato



**Corredor de Transporte regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste a Vitória-ES (Corredor B)**

<b>Q19</b>	<b>Q20</b>	<b>Q21</b>	<b>Q22</b>
<b>Q23</b>	<b>Q24</b>	<b>Q25</b>	<b>Q26</b>
<b>Q27</b>	<b>Q28</b>	<b>Q29</b>	<b>Q30</b>
<b>Q31</b>	<b>Q32</b>	<b>Q33</b>	<b>Q34</b>



## Instruções gerais para preenchimento da questão 2 a 33

Leia a pergunta abaixo, em seguida preencha os espaços na cor amarela, de acordo com seu julgamento, tendo por base a escala a seguir:

- 1 - Linha **com igual importância** que Coluna
- 2 - Linha **entre igual importância e pouco mais importante** que
- 3 - Linha **pouco mais importante** que Coluna
- 4 - Linha **entre pouco mais importante e muito mais importante** que Coluna
- 5 - Linha **muito mais importante** que Coluna
- 6 - Linha **entre muito mais importante e enormemente mais importante** que Coluna
- 7 - Linha **enormemente mais importante** que Coluna
- 8 - Linha **entre enormemente mais importante e extremamente mais importante** que Coluna
- 9 - Linha **absolutamente mais importante** que Coluna

Acessibilidade	S
4	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- 1 - Coluna **com igual importância** que Linha
- 1/2 - Coluna **entre igual importância e pouco mais importante** que Linha
- 1/3 - Coluna **pouco mais importante** que Linha
- 1/4 - Coluna **entre pouco mais importante e muito mais importante** que Linha
- 1/5 - Coluna **muito mais importante** que Linha
- 1/6 - Coluna **entre muito mais importante e enormemente mais importante** que Linha
- 1/7 - Coluna **enormemente mais importante** que Linha
- 1/8 - Coluna **entre enormemente mais importante e extremamente mais importante** que Linha
- 1/9 - Coluna **absolutamente mais importante** que Linha

(\*) **Caso seus julgamentos sejam considerados inconsistentes, gentileza rever suas opiniões!!!**

(\*\*) **Para evitar qualquer pré-julgamento, inicialmente todas opiniões possuem valor igual a zero!!!**

Qual a importância relativa das dimensões, abaixo, com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária?

Esta é a pergunta a ser respondida por meio do preenchimento dos espaços na cor amarelo! Os demais não serão preenchidos.

	Custo	Acessibilidade	Segurança	Impactos
<b>Linha</b> → Custo	1	4	4	7
Acessibilidade	1/4	1	4	6
Segurança	1/4	1/4	1	2
Impactos	1/7	1/6	1/2	1

Razão de consistência **0,116287** Julgamentos inconsistentes!!

Por gentileza queira rever vossas opiniões!!

(\*) Caso persista alguma dúvida, queira por gentileza entrar em contato, assim que receber a solicitação responderei ao vosso questionamento.



## Dúvidas e contatos

Caso necessite sanar alguma dúvida ou realizar qualquer sugestão, utilize um dos contatos abaixo.



(27) 9 9824-0817



(27) 3312-1587



wgoncalves@unimep.br

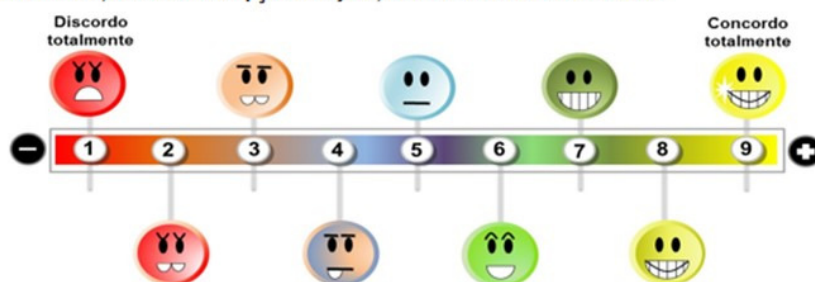


Wellington Gonçalves



## Questão 1

Considerando sua experiência em relação a movimentação de carga, e o relacionamento existente entre empresa, fornecedores e clientes, solicito que avalie as dimensões e variáveis indicadas abaixo para localização de CD em zonas secundárias, assinalando um número entre 1 (discordo totalmente) e 9 (concordo totalmente) que melhor represente sua percepção. Caso estejam faltando dimensões ou variáveis que considera importantes, descreva-as na opção Outros sua(s) sugestão(ões). Clique ao lado de cada critério, em cima do número 0, e selecione a opção desejada, considerando a escala abaixo.



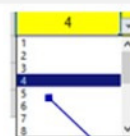
<b>Segurança</b>	5	<b>Acessibilidade</b>	6	<b>Custo</b>	9
Segurança no tráfego	9	Acessibilidade às principais vias	7	Incentivos fiscais	8
Segurança no CD	9	Acessibilidade aos destinos de carga	8	Custo de construção	8
<b>Impactos</b>	8			Custo de operação	8
Poluição atmosférica	6				
Geração de resíduos	7				
Geração de emprego e renda	8				
Geração de tributos	5				
<b>Outros</b>					



## Questão 2

Qual a importância dos corredores de transporte a seguir, levando em consideração localização de Centro de Distribuição?

- 1 - Linha com igual importância que Coluna
- 2 - Linha entre igual importância e pouco mais importante que Coluna
- 3 - Linha pouco mais importante que Coluna
- 4 - Linha entre pouco mais importante e muito mais importante que Coluna
- 5 - Linha muito mais importante que Coluna
- 6 - Linha entre muito mais importante e enormemente mais importante que Coluna
- 7 - Linha enormemente mais importante que Coluna
- 8 - Linha entre enormemente mais importante e extremamente mais importante que Coluna
- 9 - Linha absolutamente mais importante que Coluna



Clicar na célula e escolher a opção

- 1 - Coluna com igual importância que Linha
- 1/2 - Coluna entre igual importância e pouco mais importante que Linha
- 1/3 - Coluna pouco mais importante que Linha
- 1/4 - Coluna entre pouco mais importante e muito mais importante que Linha
- 1/5 - Coluna muito mais importante que Linha
- 1/6 - Coluna entre muito mais importante e enormemente mais importante que Linha
- 1/7 - Coluna enorme mais importante que Linha
- 1/8 - Coluna entre enormemente mais importante e extremamente mais importante que Linha
- 1/9 - Coluna absolutamente mais importante que Linha

(\*) Caso seus julgamentos sejam considerados inconsistentes, gentileza rever vossas opiniões!!!

	Corredor de transporte A (MG-ES)	Corredor de transporte B (ES)
Corredor de transporte A (MG-ES)	1	8
Corredor de transporte B (ES)	1/8	1

Razão de consistência	0,000000	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!





### Questão 3

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Custo	Acessibilidade	Segurança	Impactos
Custo	1	2	2	2
Acessibilidade	1/2	1	2	2
Segurança	1/2	1/2	1	2
Impactos	1/2	1/2	1/2	1

Razão de consistência	0,044933	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 4

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando a dimensão custo?

	Incentivos fiscais	Custo de construção	Custo de operação
Incentivos fiscais	1	7	7
Custo de construção	1/7	1	2
Custo de operação	1/7	1/2	1

Razão de consistência	0,046225	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 5

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando incentivos fiscais no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	9	8	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	4	5	4
Linhares (ES)	1/9	1/4	1	1/2	1
Manhuaçu (MG)	1/8	1/5	2	1	2
São Mateus (ES)	1/9	1/4	1	1/2	1

Razão de consistência 0,095330 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 6

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando o custo de construção no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	9	8	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	4	5	4
Linhares (ES)	1/9	1/4	1	1/2	1
Manhuaçu (MG)	1/8	1/5	2	1	2
São Mateus (ES)	1/9	1/4	1	1/2	1

Razão de consistência 0,095330 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 7

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando o custo de operação no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	4	9	9	9
Ipatinga (MG)	1/4	1	8	5	8
Linhares (ES)	1/9	1/8	1	1/2	1/2
Manhuaçu (MG)	1/9	1/5	2	1	4
São Mateus (ES)	1/9	1/8	2	1/4	1

Razão de consistência 0,097037 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!





### Questão 8

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Acessibilidade às principais vias	Acessibilidade aos destinos de carga
Acessibilidade às principais vias	1	8
Acessibilidade aos destinos de carga	1/8	1

Razão de consistência	0,000000	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 9

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade as principais vias disponível no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	4	9	9	9
Ipatinga (MG)	1/4	1	6	4	4
Linhares (ES)	1/9	1/6	1	1/4	1/2
Manhuaçu (MG)	1/9	1/4	4	1	1/2
São Mateus (ES)	1/9	1/4	2	2	1

Razão de consistência	0,059438	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 10

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade aos destinos das cargas disponível no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	9	9	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	5	3	6
Linhares (ES)	1/9	1/5	1	2	1
Manhuaçu (MG)	1/9	1/3	1/2	1	2
São Mateus (ES)	1/9	1/6	1	1/2	1

Razão de consistência	0,098862	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 11

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando a dimensão segurança?

	Segurança no tráfego	Segurança no CD
Segurança no tráfego	1	8
Segurança no CD	1/8	1
<b>Razão de consistência</b>	<b>0,000000</b>	<b>Julgamentos consistentes</b>

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 12

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a segurança no tráfego no corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	2	1/3	1/2	1/5
Ipatinga (MG)	1/2	1	1/2	1/2	1/6
Linhares (ES)	3	2	1	1/2	1/8
Manhuaçu (MG)	2	2	2	1	1/8
São Mateus (ES)	5	6	8	8	1

**Razão de consistência** 0,097724 **Julgamentos consistentes**

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 13

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a segurança no Centro de Distribuição do corredor de transporte A (MG-ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/3	3	1/7
Ipatinga (MG)	1	1	1/2	1	1/8
Linhares (ES)	3	2	1	5	1/7
Manhuaçu (MG)	1/3	1	1/5	1	1/8
São Mateus (ES)	7	8	7	8	1

**Razão de consistência** 0,073210 **Julgamentos consistentes**

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 14

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando a dimensão impactos?

	Poluição atmosférica	Geração de resíduos	Geração de emprego e	Geração de tributos
Poluição atmosférica	1	3	5	3
Geração de resíduos	1/3	1	4	2
Geração de emprego e renda	1/5	1/4	1	1
Geração de tributos	1/3	1/2	1	1

Razão de consistência **0,049637** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 15

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando impactos pela poluição atmosférica?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	9	9	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	4	5	4
Linhares (ES)	1/9	1/4	1	1/2	1/2
Manhuaçu (MG)	1/9	1/5	2	1	2
São Mateus (ES)	1/9	1/4	2	1/2	1

Razão de consistência **0,098287** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 16

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando impactos pela geração de resíduos?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	8	9	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	3	4	5
Linhares (ES)	1/8	1/3	1	1/2	1/2
Manhuaçu (MG)	1/9	1/4	2	1	1
São Mateus (ES)	1/9	1/5	2	1	1

Razão de consistência **0,089624** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 17

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando impactos pela geração de emprego e renda?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	5	8	9	9
Ipatinga (MG)	1/5	1	6	5	5
Linhares (ES)	1/8	1/6	1	1/3	1/2
Manhuaçu (MG)	1/9	1/5	3	1	2
São Mateus (ES)	1/9	1/5	2	1/2	1

Razão de consistência 0,095294 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 18

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte A (MG-ES) considerando impactos pela geração de tributos?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	7	7	9	9
Ipatinga (MG)	1/7	1	2	3	2
Linhares (ES)	1/7	1/2	1	3	1
Manhuaçu (MG)	1/9	1/3	1/3	1	1/7
São Mateus (ES)	1/9	1/2	1	7	1

Razão de consistência 0,080850 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 19

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Custo	Acessibilidade	Segurança	Impactos
Custo	1	2	7	6
Acessibilidade	1/2	1	3	3
Segurança	1/7	1/3	1	4
Impactos	1/6	1/3	1/4	1

Razão de consistência 0,075455 Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!





### Questão 20

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro Oeste do ES a Vitória no ES) considerando a dimensão custo?

	Incentivos fiscais	Custo de construção	Custo de operação
Incentivos fiscais	1	9	9
Custo de construção	1/9	1	2
Custo de operação	1/9	1/2	1

Razão de consistência	0,046225	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 21

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando incentivos fiscais no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Linhares (ES)	7	7	1	6	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/6	1	1/8
São Mateus (ES)	9	9	4	8	1

Razão de consistência	0,063927	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 22

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando o custo de construção no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Linhares (ES)	7	7	1	6	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/6	1	1/8
São Mateus (ES)	9	9	4	8	1

Razão de consistência	0,063927	Julgamentos consistentes
-----------------------	----------	--------------------------

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 23

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando o custo de operação no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/9	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/9	1	1/9
Linhares (ES)	9	9	1	5	1/3
Manhuaçu (MG)	1	1	1/5	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	3	9	1

Razão de consistência

0,047458

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!!



### Questão 24

Qual a importância relativa das variáveis abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Acessibilidade às principais vias	Acessibilidade aos destinos de carga
Acessibilidade às principais vias	1	1/8
Acessibilidade aos destinos de carga	8	1

Razão de consistência

0,000000

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!!



### Questão 25

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade as principais vias disponível no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Linhares (ES)	8	8	1	8	1/2
Manhuaçu (MG)	1	1	1/8	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	2	9	1

Razão de consistência

0,015861

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!!



### Questão 26

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a acessibilidade aos destinos das cargas disponível no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Linhares (ES)	8	8	1	9	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/9	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	4	9	1

Razão de consistência **0,088430** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 27

Qual a importância relativa das variáveis abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando a dimensão segurança?

	Segurança no tráfego	Segurança no CD
Segurança no tráfego	1	4
Segurança no CD	1/4	1

Razão de consistência **0,000000** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 28

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a segurança no tráfego no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Linhares (ES)	8	8	1	9	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/9	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	4	9	1

Razão de consistência **0,088430** Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 29

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária considerando a segurança no Centro de Distribuição no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES)?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/8	1	1/9
Linhares (ES)	8	8	1	8	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/8	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	4	9	1

Razão de consistência

0,082580

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 30

Qual a importância relativa das variáveis abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando a dimensão impactos?

	Poluição atmosférica	Geração de resíduos	Geração de emprego e renda	Geração de tributos
Poluição atmosférica	1	3	2	3
Geração de resíduos	1/3	1	1	4
Geração de emprego e renda	1/2	1	1	2
Geração de tributos	1/3	1/4	1/2	1

Razão de consistência

0,063518

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 31

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando impactos pela poluição atmosférica?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Linhares (ES)	7	7	1	7	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/7	1	1/8
São Mateus (ES)	9	9	4	8	1

Razão de consistência

0,070108

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!





### Questão 32

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando impactos pela geração de resíduos?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/7	1	1/9
Linhares (ES)	7	7	1	8	1/2
Manhuaçu (MG)	1	1	1/8	1	1/8
São Mateus (ES)	9	9	2	8	1

Razão de consistência

0,014213

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 33

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando impactos pela geração de emprego e renda?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/9	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/9	1	1/9
Linhares (ES)	9	9	1	8	1/4
Manhuaçu (MG)	1	1	1/8	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	4	9	1

Razão de consistência

0,094165

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!



### Questão 34

Qual a importância relativa das opções abaixo com relação a localização de um Centro de Distribuição em zona secundária no corredor de transporte B (regiões Nordeste, Rio-Doce e Centro-Oeste do ES a Vitória no ES) considerando impactos pela geração de tributos?

	Governador Valadares (MG)	Ipatinga (MG)	Linhares (ES)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Governador Valadares (MG)	1	1	1/6	1	1/9
Ipatinga (MG)	1	1	1/6	1	1/9
Linhares (ES)	6	6	1	9	1/5
Manhuaçu (MG)	1	1	1/9	1	1/9
São Mateus (ES)	9	9	5	9	1

Razão de consistência

0,096753

Julgamentos consistentes

Obrigado por responder a questão, queira passar para a próxima, se esta for a última, por gentileza salve e envie o formulário!!

**APÊNDICE C - Termo de sigilo e confidencialidade**

**TERMO DE SIGILO E CONFIDENCIALIDADE**

Eu, **WELLINGTON GONÇALVES**, brasileiro, casado, portador da carteira de identidade n.º 07.520.815-7, expedida pelo Instituto Félix Pacheco (IFP/RJ), e do CPF n.º 013.709.547-35, residente e domiciliado na Rua Lauro dos Santos, n.º 231, Lago dos Cines, CEP: 29.936-716, São Mateus-ES, matriculado sob o registro acadêmico n.º 62.5010-4 no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, da Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo - UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba), venho por meio desse termo, comprometer-me a não associar ou relacionar, direta ou indiretamente, de formal escrita, verbal ou de qualquer outra forma, o nome ou a identidade do participante à minha pesquisa de doutorado em Engenharia de Produção seja durante ou após sua realização.

Santa Bárbara d'Oeste, 17 de maio de 2016.

**WELLINGTON GONÇALVES**  
**CPF: 013.709.547-35**  
**RA n.º 64.5010-4**

**APÊNDICE E – Resultados dos julgamentos paritários e verificação da razão de consistência**

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Gient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Corredor de transporte A (MG-ES)

Corredor de transporte B (ES)

Compare the relative importance with respect to: Goal: Localização de CD em zonas secundárias

Corredor de transporte A (MG-ES)

Corredor de transporte B (ES)

Corredor de transporte A (MG-ES)

Corredor de transporte B (ES)

Corredor de transporte A (MG-ES) 8,0

Corredor de transporte B (ES) Incon: 0,00

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Gient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Custo (CUSTO)

Impactos (IMPAC)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A (MG-ES)

Custo (CUSTO)

Impactos (IMPAC)

Custo (CUSTO) 2,0

Impactos (IMPAC) Incon: 0,00

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Incentivos fiscais (C1)

Custo de construção (C2)

Custo de operação (C3)

Incentivos

Incentivos	Custo de c	Custo de o
	7,0	7,0
Incon: 0,05		2,0

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A [MG-E \ Custo (CUSTO)]

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Ipatinga (MG)

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A [MG-E \ Custo (CUSTO)] \ Incentivos fiscais (C1)

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

	Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Manhuaçu [M]	São Mateus [E]
Ipatinga [M]	7,0	9,0	8,0	9,0
Governador Valadares [MG]		4,0	5,0	4,0
Linhares [ES]			2,0	1,0
Manhuaçu [MG]				2,0
São Mateus [ES]				
Incon: 0,07				

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3.1 | abc | |

Ipatinga (MG)

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A [MG-E \ Custo (CUSTO) \ Custo de construção (C2)]

Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Linhares [E]	Manhuaçu [E]	São Mateus [E]
7.0	9.0	8.0	9.0	4.0
		4.0	5.0	1.0
			2.0	2.0
				Incon: 0.07

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Governador Valadares (MG)

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3.1 | abc | |

Ipatinga (MG)

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A [MG-E \ Custo (CUSTO) \ Custo de operação (C3)]

Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Linhares [E]	Manhuaçu [E]	São Mateus [E]
4.0	9.0	8.0	9.0	9.0
		8.0	5.0	8.0
			2.0	2.0
				4.0
				Incon: 0.09

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Governador Valadares (MG)



Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Ipatinga (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte A (MG-E \ Impactos (IMPAC) \ Geração de emprego e renda (I3)

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

Governador Valadares (MG)

	Ipatinga (M)	Governador Valadares (E)	Linhares (S)	Manhuaçu (MG)	São Mateus (ES)
Ipatinga (MG)		5,0	8,0	9,0	9,0
Governador Valadares (MG)			6,0	5,0	5,0
Linhares (ES)				3,0	2,0
Manhuaçu (MG)					2,0
São Mateus (ES)					
Incon:	0,08				

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Custo (CUSTO)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B (ES)

9 8 7 6 5 4 3 2 | 2 3 4 5 6 7 8 9

Impactos (IMPAC)

	Custo (CUE)	Impactos (I)
Custo (CUSTO)		6,0
Impactos (IMPAC)		
Incon:	0,00	



Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Gient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Incentivos Fiscais (C1)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B [ESJ] \ Custo [CUSTO]

Incentivos Fiscais (C1) 9.0

Custo de construção (C2) 2.0

Incon: 0,05

Incentivos	Custo de c	Custo de o
	9,0	9,0
Incon:	0,05	2,0

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Gient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

Ipatinga (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B [ESJ] \ Custo [CUSTO] \ Incentivos Fiscais (C1)

Ipatinga (MG) 1.0

Governador Valadares (MG) 7.0

Incon: 0,04

Ipatinga (M	Governado	Linhares (L	Manhuaçu	São Mateu
	1,0	7,0	1,0	9,0
		7,0	1,0	9,0
			6,0	4,0
				8,0
Incon:	0,04			

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 | abs | |

Ipatinga (MG)

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
.....  
.....

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B [ES] \ Custo [CUSTO] \ Custo de construção [C2]

	Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Linhares [E]	Manhuaçu [C]	São Mateus [C]
Ipatinga (MG)	1,0	7,0	1,0	9,0	9,0
Governador Valadares (MG)		7,0	1,0	9,0	9,0
Linhares (ES)			6,0	4,0	4,0
Manhuaçu (MG)					8,0
São Mateus (ES)					
Incon: 0,04					

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.ahp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3:1 | abs | |

Ipatinga (MG)

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9  
.....  
.....

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B [ES] \ Custo [CUSTO] \ Custo de operação [C3]

	Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Linhares [E]	Manhuaçu [C]	São Mateus [C]
Ipatinga (MG)	1,0	9,0	1,0	9,0	9,0
Governador Valadares (MG)		9,0	1,0	9,0	9,0
Linhares (ES)			5,0	3,0	3,0
Manhuaçu (MG)					9,0
São Mateus (ES)					
Incon: 0,03					

Expert Choice H:\Atual\_180816\Geral\_180816\Area\_Acad\_Cient\_180816\Doutorado\_UNIMEP\_180816\Tese\_180816\Defesa\_180816\Questionario\_Final\Tese\_180816.amp

File Edit Assessment Inconsistency Go Tools Help

3rd alt

Ipatinga (MG)

9 8 7 6 5 4 3 2 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Governador Valadares (MG)

Compare the relative importance with respect to: Corredor de transporte B [ES] \ Impactos [IMPAC] \ Geração de emprego e renda [I3]

	Ipatinga [M]	Governador Valadares [E]	Manhuaçu [S]	São Mateus [SI]
Ipatinga (MG)	1,0	9,0	1,0	9,0
Governador Valadares (MG)		9,0	1,0	9,0
Linhares (ES)			8,0	4,0
Manhuaçu (MG)				9,0
São Mateus (ES)				

Incon: 0,05

## **APÊNDICE F – Resultados do teste de Kolmogorov-Smirnov**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		SEGUR	S1	S2	ACESS	A1
N		273	273	273	273	273
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	4,7692	8,6703	8,6484	5,5971	6,5788
	Std. Deviation	,42210	,47096	,47836	,49139	,49467
	Absolute	,477	,428	,417	,391	,382
Most Extreme Differences	Positive	,292	,252	,264	,291	,300
	Negative	-,477	-,428	-,417	-,391	-,382
Kolmogorov-Smirnov Z		7,880	7,078	6,894	6,460	6,304
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Point Probability		,000	,000	,000	,000	,000

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		A2	CUSTO	C1	C2	C3
N		273	273	273	273	273
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	7,6300	8,5641	7,6447	7,3626	7,4652
	Std. Deviation	,48368	,49678	,47949	,48164	,49970
	Absolute	,408	,374	,415	,412	,359
Most Extreme Differences	Positive	,274	,308	,266	,412	,359
	Negative	-,408	-,374	-,415	-,270	-,323
Kolmogorov-Smirnov Z		6,739	6,179	6,863	6,801	5,929
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Point Probability		,000	,000	,000	,000	,000

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		IMPAC	I1	I2	I3	I4
N		273	273	273	273	273
Normal Parameters <sup>a,b</sup>	Mean	7,5055	5,4322	6,5714	7,5165	4,6264
	Std. Deviation	,50089	,49630	,49578	,50065	,48465
	Absolute	,344	,376	,378	,349	,406
Most Extreme Differences	Positive	,338	,376	,304	,332	,276
	Negative	-,344	-,306	-,378	-,349	-,406
Kolmogorov-Smirnov Z		5,679	6,210	6,242	5,773	6,708
Asymp. Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Exact Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000
Point Probability		,000	,000	,000	,000	,000

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.