



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ANA PAULA DE BARROS ARAÚJO

**APLICAÇÃO DO GREY-DEMATEL NA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS  
BARREIRAS DO SISTEMA LOGÍSTICO NO APL DE GESSO PERNAMBUCANO**

CARUARU  
2020

ANA PAULA DE BARROS ARAÚJO

**APLICAÇÃO DO GREY-DEMATEL NA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS  
BARREIRAS DO SISTEMA LOGÍSTICO NO APL DE GESSO PERNAMBUCANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção

**Área de concentração:** Otimização e Gestão da Produção

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente

CARUARU  
2020

Catálogo na fonte:  
Bibliotecária – Paula Silva - CRB/4 - 1223

A663a Araújo, Ana Paula de Barros.  
Aplicação do Grey-DEMATEL na análise sobre as principais barreiras do sistema logístico no APL de gesso pernambucano. / Ana Paula de Barros Araújo. – 2020.  
94 f.; il.: 30 cm.

Orientadora: Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 2020.  
Inclui Referências.

1. Logística empresarial - Pernambuco. 2. Gesso - Pernambuco. 3. Análise de sistemas. 4. Teoria das estruturas – Métodos matriciais. I. Clemente, Thárcylla Rebecca Negreiros (Orientadora). II. Título.

CDD 658.5 (23. ed.)

UFPE (CAA 2020-006)

ANA PAULA DE BARROS ARAÚJO

**APLICAÇÃO DO GREY-DEMATEL NA ANÁLISE SOBRE AS PRINCIPAIS  
BARREIRAS DO SISTEMA LOGÍSTICO NO APL DE GESSO PERNAMBUCANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Engenharia de Produção.

Aprovada em: 11/02/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Thárcylla Rebecca Negreiros Clemente (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maísa Mendonça Silva (Examinadora Interna)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Cabral Seixas Costa (Examinadora Externa)  
Universidade Federal de Pernambuco

## ***AGRADECIMENTOS***

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização deste trabalho e que me apoiaram nessa etapa da minha vida, em especial a Deus pelo privilégio de concluir mais essa etapa em minha formação acadêmica possibilitando-me crescer pessoal e profissionalmente.

Aos meus pais Ana Maria e Paulo Araújo por sempre estarem comigo em todos os momentos me dando o apoio que eu necessitava, nunca medindo esforços para realizar meus sonhos e por me mostrarem, desde criança, que a educação é um dos melhores investimentos que podemos fazer. E aos meus irmãos Paulo César e André por serem meus melhores amigos, meus conselheiros e minha inspiração. Vocês são a minha base e têm meu amor incondicional.

Ao meu marido Abraão, que me apóia em todos os meus projetos de vida e por todo o amor, dedicação, cuidado e companheirismo. Obrigada por entender minhas ausências, e ser a minha principal inspiração. Eu amo você.

A minha querida orientadora Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Thárcylla Clemente, por fornecer orientações preciosas, pelo apoio, por me acompanhar nessa jornada e por ser um exemplo como pessoa e como profissional. Obrigada pela paciência e por acreditar na minha capacidade desde o início.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pelo conhecimento adquirido no decorrer do curso.

Aos meus amigos, Jefferson, Lucas, Aline, Jonhantam e Kieza que sempre estiveram comigo e fizeram essa caminhada ser mais leve e divertida e aos meus amigos e colegas do PPGEP/CAA, que compartilharam suas experiências e conhecimentos.

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), IBPG-0602-3.08/17, pelo incentivo e apoio financeiro.

## **RESUMO**

No contexto do Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, a logística é um elemento fundamental que exerce influências sobre a coordenação das atividades produtivas, sendo essencial para o gerenciamento do setor mineral do Araripe Pernambucano, que é responsável por cerca de 95% da produção brasileira de Gesso. Dada a importância do setor, o presente estudo tem como objetivo realizar um levantamento das principais barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano utilizando o método multicritério Grey-DEMATEL para analisar e identificar barreiras mais influentes e classificá-las em primárias e secundárias. Esse método estuda modelos estruturais complexos que envolvem uma relação de causa-efeito entre fatores e avalia os relacionamentos interdependentes entre eles, permitindo um melhor entendimento sobre a estrutura complexa de um problema e definindo as relações entre barreiras, bem como as relações entre o nível da estrutura e a força de influência de cada barreira, tratando as incertezas associadas ao método com a integração da teoria dos números grey. Para essa análise, foram levantadas 23 barreiras com auxílio de uma revisão da literatura, com o propósito de explorar diferentes perspectivas para análise das barreiras logísticas no contexto do APL de Gesso Pernambucano. Foram selecionados avaliadores-especialistas de quatro perspectivas para realizar uma análise das barreiras logísticas do referido APL. Na perspectiva governamental, a falta de integração na cadeia de suprimentos foi classificada como a barreira mais importante, seguida da falta de padronização nas atividades logísticas. Com relação à perspectiva do cliente, a inexistência de uma análise da logística e comércio exterior foi tida como a barreira que impacta mais fortemente no desempenho logístico da região, seguida da falta de um sistema de mensuração de desempenho logístico adequado. Na perspectiva acadêmica, a falta de entendimento do compartilhamento de boas práticas (*benchmarking*) e a falta de integração na cadeia de suprimentos são as barreiras consideradas como mais influentes. Tendo em vista a perspectiva organizacional, o sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção e a falta de recursos e infraestrutura, foram tidas como as barreiras mais influentes no desempenho logístico da região. Para todas as perspectivas, as 23 barreiras foram classificadas em barreiras causais ou secundárias, com o propósito de indicar ações estratégicas de melhorias para o sistema logístico da região, uma vez que o investimento no tratamento de determinada barreira impactará positivamente no tratamento das demais. Foi conduzida uma discussão sobre as principais similaridades e diferenças entre as perspectivas a respeito das barreiras logísticas do APL de Gesso de Pernambuco, utilizando o método da distância euclidiana. Os resultados encontrados podem proporcionar uma visão estruturada e serem utilizados como diretrizes para ações estratégicas de tratamento de causas e efeitos das barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano, trazendo um forte impacto social para a região.

Palavras-chave: Barreiras logísticas. APL de gesso de Pernambuco. Grey-DEMATEL.

## ***ABSTRACT***

In the context of Supply Chain Management, logistics is a key element that influences the coordination of production activities, being essential for the management of the Araripe Pernambucano mineral sector, which is responsible for about 95% of Brazilian Gypsum production. Given the importance of the sector, the present study aims to survey the main logistical barriers of the Gypsum Pernambucano's LPA using the Grey-DEMATEL multicriteria method to analyze and identify the most influential barriers and classify them into primary and secondary. This method studies complex structural models that involve a cause-effect relationship between factors and assesses the interdependent relationships between them, allowing a better understanding of the complex structure of a problem and defining the relationships between barriers, as well as the relationships between structure level and the force of influence of each barrier, treating the uncertainties associated with the method with the integration of grey number theory. For this analysis, 23 barriers were selected with the help of a literature review, to explore different perspectives for the analysis of logistic barriers in the context of the Gypsum Pernambucano's LPA. Expert evaluators from four perspectives to analyze the logistical barriers of the referred LPA were selected. It was seen that from a government perspective, lack of supply chain integration was rated as the most important barrier, followed by a lack of standardization in logistics activities. Regarding the client's perspective, lack of an analysis of logistics and foreign trade was considered as the barrier that most strongly impacts the logistics performance of the region, followed by the lack of an adequate logistics performance measurement system. From an academic perspective, lack of understanding of best practice sharing (*benchmarking*) and lack of supply chain integration are the barriers that are considered to be most influential. Given the organizational perspective, the inefficient transport system for production flow and the lack of resources and infrastructure were considered the most influential barriers in the logistics performance of the region. For all perspectives, the 23 barriers were classified as causal or secondary barriers, to indicate strategic improvement actions for the region's logistics system, since the investment in the treatment of a certain barrier will positively impact the treatment of the others. A discussion was conducted on the main similarities and differences between the perspectives regarding the logistic barriers of the Gypsum Pernambucano's LPA, using the Euclidean distance method. The results can provide a structured view and can be used as guidelines for strategic actions to address the causes and effects of the logistic barriers of the Pernambuco's LPA of gypsum, providing a strong social impact for the region.

Keywords: Logistic barriers. LPA of gypsum of Pernambuco. Grey-DEMATEL.

## *LISTA DE ILUSTRAÇÕES*

Mapa 1 –	Mapa de Pernambuco contendo a localização dos principais APL do Estado .....	21
Fluxograma 1 –	Etapas da aplicação do Grey-DEMATEL.....	30
Figura 1 –	Quadrantes do gráfico de relações.....	33
Fluxograma 2 –	Metodologia para a análise sobre as principais barreiras logísticas do APL de Gesso .....	37
Mapa 2 –	Mapa com a localização do Araripe Pernambucano .....	41
Gráfico 1 –	Produção Brasileira de Gipsita por Estado – 2011 a 2016 (em ton)	43
Mapa 3 –	Mapa de Pernambuco com as malhas rodoviárias e ferroviárias.....	45
Fluxograma 3 –	Etapas da revisão da literatura .....	46
Diagrama 1 –	Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva governamental ...	56
Diagrama 2 –	Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva governamental.....	58
Diagrama 3 –	Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva do cliente.....	60
Diagrama 4 –	Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva do cliente.....	62
Diagrama 5 –	Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva acadêmica .....	63
Diagrama 6 –	Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva acadêmica.....	64
Diagrama 7 –	Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva organizacional....	66
Diagrama 8 –	Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva organizacional.....	68
Gráfico 2 –	Distâncias Euclidianas entre as avaliações dos especialistas para cada barreira.....	69



## ***LISTA DE TABELAS***

Tabela 1 –	Descrição dos APL Pernambucanos.....	21
Tabela 2 –	Pesquisas sobre a análise de barreiras logísticas.....	25
Tabela 3 –	Escala linguística grey para as avaliações dos especialistas.....	31
Tabela 4 –	Informações sobre os profissionais entrevistados.....	39
Tabela 5 –	Aspectos Socioeconômicos dos municípios do Sertão do Araripe.....	42
Tabela 6 –	Composição dos custos da gipsita entregue em São Paulo (US\$/ton) .	44
Tabela 7 –	Potenciais barreiras logísticas do APL de Gesso de Pernambuco.....	47
Tabela 8 –	Descrição das potenciais barreiras organizacionais do APL de Gesso de Pernambuco.....	48
Tabela 9 –	Descrição das potenciais barreiras governamentais do APL de Gesso de Pernambuco.....	49
Tabela 10 –	Descrição das potenciais barreiras da gestão da cadeia de suprimentos do APL de Gesso de Pernambuco.....	51
Tabela 11 –	Resultados de R e D para a perspectiva governamental.....	55
Tabela 12 –	Resultados de R e D para a Perspectiva do Cliente.....	59
Tabela 13 –	Resultados de R e D para a Perspectiva Acadêmica.....	63
Tabela 14 –	Resultados de R e D para a Perspectiva organizacional.....	65

## ***LISTA DE SIGLAS***

AFRMM	Adicional de Frete para Renovação da Marinha Mercante
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
APL	Arranjos Produtivos Locais
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
CNT	Confederação Nacional do Transporte
CS	Cadeia de Suprimentos
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
DEMATEL	<i>Decision Making Trial and evaluation laboratory</i>
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
FIEPE	Federação das Indústrias do Estado de Pernambuco
Fundaj/MED	Fundação Joaquim Nabuco do Ministério da Educação
GCS	Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos
GCSS	Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
ISM	<i>Interpretive Structural Modelling</i>
ITEP	Instituto de Tecnologia de Pernambuco
MDIC	Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
MME	Ministério de Minas e Energia
PIB	Produto Interno Bruto
PME	Pequenas e Médias Empresas
SAv/MinC	Secretaria do Audiovisual do Ministério da Cultura
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SINDUSGESSO	Sindicato das Indústrias do Gesso
SWARA	<i>Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis</i>
TI	Tecnologia da Informação
WASPA	<i>Weighted Aggregated Sum Product Assessment</i>

## *SUMÁRIO*

<b>1</b>	<b><i>INTRODUÇÃO</i></b> .....	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Justificativa</b> .....	<b>14</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos do Trabalho</b> .....	<b>16</b>
1.2.1	Objetivo Geral.....	16
1.2.2	Objetivos Específicos.....	16
<b>1.2</b>	<b>Organização da Dissertação</b> .....	<b>16</b>
<b>2</b>	<b><i>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.1</b>	<b>Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos</b> .....	<b>18</b>
<b>2.2</b>	<b>Arranjos Produtivos Locais (APL) de Pernambuco</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Dificuldades Logísticas no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos</b> .....	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>Análise sobre Barreiras Logísticas</b> .....	<b>25</b>
<b>2.5</b>	<b>O Método DEMATEL</b> .....	<b>27</b>
2.5.1	Teoria dos Números Grey.....	28
2.5.2	Grey-DEMATEL.....	29
<b>3</b>	<b><i>METODOLOGIA</i></b> .....	<b>36</b>
<b>4</b>	<b><i>BARREIRAS LOGÍSTICAS PARA EMPRESAS DO APL DE GESSO PERNAMBUCANO</i></b> .....	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do APL de Gesso de Pernambuco</b> .....	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Coleta de Dados para a Revisão da Literatura</b> .....	<b>45</b>
<b>4.3</b>	<b>Revisão da Literatura sobre Barreiras Logísticas para o APL de Gesso pernambucano</b> .....	<b>47</b>
<b>4.4</b>	<b>Conclusões do Capítulo</b> .....	<b>51</b>
<b>5</b>	<b><i>ANÁLISE SOBRE AS BARREIRAS LOGÍSTICAS NO APL DE GESSO DE PERNAMBUCO</i></b> .....	<b>53</b>
<b>5.1</b>	<b>Pseudocódigo do Grey-DEMATEL</b> .....	<b>53</b>
<b>5.2</b>	<b>Análise da Perspectiva Governamental</b> .....	<b>54</b>
<b>5.3</b>	<b>Análise da Perspectiva do Cliente</b> .....	<b>59</b>
<b>5.4</b>	<b>Análise da Perspectiva Acadêmica</b> .....	<b>62</b>
<b>5.5</b>	<b>Análise da Perspectiva Organizacional</b> .....	<b>64</b>
<b>5.6</b>	<b>Comparações entre especialistas</b> .....	<b>68</b>
5.6.1	Similaridades entre as perspectivas.....	69

5.6.2	Diferenças entre as perspectivas.....	70
5.7	<b>Conclusões do capítulo.....</b>	<b>71</b>
6	<b><i>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</i></b>	<b>74</b>
6.1	<b>Conclusões.....</b>	<b>74</b>
6.2	<b>Implicações Práticas e Gerenciais.....</b>	<b>75</b>
6.3	<b>Limitações e Trabalhos Futuros.....</b>	<b>76</b>
	<b><i>REFERÊNCIAS.....</i></b>	<b>77</b>
	<b><i>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....</i></b>	<b>88</b>
	<b><i>APÊNDICE B – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA GOVERNAMENTAL.....</i></b>	<b>91</b>
	<b><i>APÊNDICE C– MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA DO CLIENTE.....</i></b>	<b>92</b>
	<b><i>APÊNDICE D – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA ACADÊMICA.....</i></b>	<b>93</b>
	<b><i>APÊNDICE E – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA ORGANIZACIONAL.....</i></b>	<b>94</b>

## ***1 INTRODUÇÃO***

O Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GCS) pode ser entendido como um processo que prioriza a integração de todas as etapas voltadas às atividades produtivas de uma organização para manter o fluxo produtivo em níveis superiores de eficácia e eficiência (CHRISTOPHER, 2012). De acordo com o Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (CSCMP, 2018), o GCS é uma função de integração com a principal responsabilidade de vincular as funções e processos de negócios dentro e entre empresas, em um modelo de negócios coeso e de alto desempenho. Este inclui todas as atividades de gerenciamento de logística, bem como as operações de fabricação, e conduz à coordenação de processos e atividades através do marketing, vendas, design de produtos, finanças e tecnologia da informação, mantendo o fluxo integrado de informações e gestão.

Por essa perspectiva, para manter os requisitos da gestão integrada, é necessário que estratégias de transmissão de informações e transferência de recursos sejam construídas em favor do relacionamento efetivo entre todos os elos da cadeia, sendo estruturada pelo investimento em atividades voltadas a eficiência da logística integrada (BOWERSOX et al., 2000). O gerenciamento da logística é a etapa do gerenciamento da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla o encaminhamento eficiente e eficaz do armazenamento de bens, serviços e informações relacionadas entre o ponto de origem e o ponto de consumo, a fim de atender aos requisitos dos clientes (CSCMP, 2018).

A contribuição da logística integrada pode ser percebida em vários contextos produtivos como no setor mineral, onde, no Brasil, apresenta significativa participação no desenvolvimento econômico do país, sendo responsável por 4% do Produto Interno Bruto (PIB), por 180 mil empregos diretos e 2,2 milhões de empregos indiretos em todo o país, segundo o Ministério de Minas e Energia (MME, 2019).

Dentre as atividades desenvolvidas no setor mineral, a exploração de gipsita, matéria-prima para o gesso, é uma das atividades de maior retorno econômico para o sertão do Araripe localizado no extremo oeste de Pernambuco (FIEPE, 2017). Essa região abriga o Arranjo Produtivo Local (APL) de Gesso do Estado, que compreende as cidades de Araripina, Ipubi, Trindade, Bodocó e Ouricuri, em que empresas mineradoras, calcinadoras e manufatureiras, de pequenos e médios portes, são responsáveis por 95% da produção nacional de gesso, mantendo a posição de maior produtor nacional de gipsita.

Apesar do potencial produtivo, existem restrições que limitam alguns aspectos operacionais conduzidos pelas Pequenas e Médias Empresas (PME) do APL de Gesso de

Pernambuco. Dentre as restrições, estão as dificuldades em gerenciar as atividades logísticas pela cadeia de suprimentos do setor. De acordo com Candido et al. (2018), essas dificuldades são registradas, muitas vezes, por barreiras operacionais indicadas pela baixa qualidade, baixa variedade e a ineficiência da rede de modais dos serviços logísticos que influenciam diretamente todas as operações e relacionamentos da cadeia de suprimentos, em especial quanto aos custos da produção. Os custos com o frete da gipsita e do gesso são um dos grandes gargalos enfrentados pelas indústrias do Araripe, sendo capaz de limitar a competitividade, tanto diante do mercado nacional quanto do internacional.

Diante dessas restrições, verifica-se a oportunidade de realizar estudos sobre as barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano, para analisar os entraves que impedem o escoamento da produção e reduzem a eficiência do sistema logístico da região. Uma das contribuições desse estudo está voltada à apresentação de informações adequadas, capazes de fornecer um apoio direcionado e específico para o referido APL, no que se diz respeito ao processo de decisão sobre o gerenciamento logístico (ARAÚJO e CLEMENTE, 2019). O seguinte trabalho apresenta uma característica inédita quanto à realização de uma análise sobre as barreiras logísticas da região em estudo, dado que existem poucas referências sobre o APL Gesseiro de Pernambuco.

O estudo sobre as barreiras logísticas é classificado como um problema não estruturado, pois de acordo com Lynch et al. (2009), um problema não estruturado são problemas complexos, cujos critérios e relações essenciais não estão claramente especificados, não possuem uma solução única ou exata e envolvem divergências entre especialistas em relação à adequação de soluções. Uma das formas de analisar esse tipo de problema é realizando um levantamento bibliográfico para coletar e identificar as variáveis do problema. No entanto, para solucionar problemas não estruturados, pode-se fazer uso de abordagens matemáticas de perspectivas analíticas.

Para o presente estudo, foi considerada a análise sobre as barreiras logísticas do APL de Gesso pernambucano, através da adoção do modelo DEMATEL (*Decision Making Trial and evaluation laboratory*). O DEMATEL é um método adequado para estudar modelos estruturais complexos que envolvem uma relação de causa e efeito entre fatores com matrizes ou dígrafos (WANG et al., 2017). Trata-se de um método que avalia os relacionamentos interdependentes entre fatores e encontra os fatores mais críticos através de um modelo estrutural visual, que pode ser usado para investigar e resolver problemas complicados e interligados, como a análise sobre as barreiras logísticas do APL mencionado (SI et al., 2018).

No entanto, por utilizar uma escala qualitativa na comparação de critérios, o DEMATEL está sujeito à subjetividade no julgamento do decisor. Esta subjetividade está inerente às características dos critérios que podem ser utilizados. Sendo assim, para representar a incerteza e a subjetividade do decisor, algumas técnicas podem ser integradas ao método, a fim de representar, em intervalos numéricos, as preferências do decisor.

Há estudos que sugerem a integração da Teoria dos Números Grey ao método DEMATEL, pois ela é considerada uma teoria eficaz em situações ou problemas com incerteza ou indeterminação (LI et al., 1997; WEI et al., 2015; GOVINDAN et al., 2016; LUTHRA et al., 2017; RAJ e SAH, 2019), como também pode melhorar o apoio a decisão de diversos *stakeholders* considerados, quando diferentes perspectivas de decisão são analisadas.

Para o presente estudo, diferentes perspectivas foram consideradas na análise sobre as barreiras logísticas do APL de Gesso pernambucano. Tais perspectivas foram categorizadas em Governamental, do Cliente, Acadêmica e Organizacional, as quais foram representadas por decisores consultados. A pesquisa faz uso da distância euclidiana para realizar uma comparação entre essas perspectivas, e analisar as similaridades e diferenças entre elas. Para a análise, a implementação do modelo integrado Grey-DEMATEL foi feita com o auxílio de uma ferramenta computacional de apoio a decisão (TURBAN et al., 2005; LIMA e MEIRELLES, 2015) considerando as variáveis do problema, o que permitiu o tratamento da análise com maior facilidade, auxiliando na visualização das recomendações e com custo reduzido.

## 1.1 Justificativa

A competição acirrada nos mercados globalizados, o aumento dos custos operacionais, a pressão proveniente da crise econômica e as altas expectativas dos consumidores em relação aos objetivos de desempenho, têm incentivado as empresas a investir na gestão de suas cadeias de suprimentos para melhor orientar os processos de negócios e a tomada de decisão. Em adição, as empresas têm investido em novas tecnologias e utilizando práticas de gestão eficazes, sempre visando à melhoria da competitividade (SANTOS et al., 2013).

Dentro da gestão da cadeia de suprimentos, a logística é um tópico importante de discussão, uma vez que os clientes esperam obter os produtos desejados prontos, e as agências de entrega tentam fazê-lo o mais economicamente possível. A capacidade de resposta no tempo de entrega é fundamental em uma cadeia de suprimentos e fornece uma vantagem para uma empresa sobre as outras (RAJ e SAH, 2019). Para isso, é fundamental entender se

existem e quais são as potenciais barreiras que dificultam o escoamento da produção e a integração com a cadeia de suprimentos em um determinado setor.

No Brasil, o APL de Gesso no estado de Pernambuco tem ampla importância para o Estado, pois ele representa 95% da produção nacional do gesso, gerando um faturamento anual de R\$ 1,4 bilhões, e concentra 40% das reservas de gipsita do mundo, estimadas em 1,2 bilhões de toneladas (Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco, 2007; SINDUSGESSO, 2014). Apesar da perceptível importância deste APL para o Estado, e sua representatividade para a economia do país, uma das principais dificuldades do setor está relacionada aos processos logísticos da matéria prima e produtos acabados, dos produtores os seus clientes em todo o país.

Devido à limitação de tipos de modais de transporte para a região, que em geral concentra-se no modal rodoviário, o referido APL enfrenta diversos problemas aplicados ao alto custo com o frete da gipsita e do gesso, limitando a competitividade, tanto diante do mercado nacional quanto do internacional. Dada a contribuição do setor com o PIB brasileiro, cerca de 4%, destaca-se a oportunidade de desenvolver estudos que contribuam para a literatura do setor, uma vez que a literatura sobre os aspectos gerenciais comuns das empresas da região é escassa. Pesquisas como essa, realizadas com foco regional, incentiva o desenvolvimento local e a economia da região e do país, aumentando o apoio aos processos de decisão, gestão e investimentos no setor.

A sobrevivência das PME depende da capacidade de gestão de suas ações estratégicas em longo prazo e, na maioria das vezes, a alocação dos recursos internos é feita sem uma análise estruturada, sendo pautada sobre critérios subjetivos e pela experiência empírica do gestor (RABECHINI, 2009). Um dos problemas relacionados aos aspectos logísticos do APL de Gesso pernambucano está relacionado à identificação e à análise de barreiras que dificultam o fluxo logístico dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos (ARAÚJO e CLEMENTE, 2019). Esse problema é complexo, pois exige a consideração de diversos fatores influentes, o que caracteriza a necessidade de utilizar abordagens estruturadas para o tratamento de diferentes perspectivas sobre as barreiras indicadas. A utilização de métodos que analisam o problema de forma estrutural acarretam em benefícios no processo de tomada de decisão para PME, pois são abordagens que auxiliam os decisores a explorar decisões complexas, sintetizando as informações e aumentando o índice de eficiência gerencial, que é um fator limitante e relevante para PME (JERÔNIMO et al., 2016).

Dentre esses métodos, o Grey-DEMATEL é um método recente que permite entender melhor a estrutura complexa de um problema através das relações entre causas e efeitos, bem



como as relações entre o nível da estrutura e a força de influência de cada barreira (GIGOVIC et al., 2017). O método integra a Teoria dos Números Grey ao clássico DEMATEL, para incorporar o tratamento das incertezas referentes às preferências dos decisores na análise e utiliza a distância euclidiana para ajudar a realizar uma comparação entre as perspectivas. Dessa forma, a contribuição do método se apresenta adequada ao perfil do problema referenciado de análise das barreiras logísticas.

O presente trabalho contribuirá com a literatura ao apresentar aspectos relevantes sobre o contexto do APL de Gesso pernambucano, dado que existem poucos estudos e pesquisas na região, bem como sugere uma metodologia que poderá ser replicada para o entendimento de barreiras logísticas de outros APL. Por tal, é oportuna a apresentação dos objetivos geral e específicos do presente trabalho.

## **1.2 Objetivos do Trabalho**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente estudo consiste em realizar uma análise das relações de causa-efeito de interações dentre barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

Para que possa atingir o objetivo geral, devem-se cumprir os seguintes objetivos específicos:

- Coletar, identificar, selecionar e descrever as categorias e barreiras logísticas do APL de Gesso pernambucano;
- Identificar as relações de causa e efeito entre as barreiras selecionadas;
- Analisar a influência das barreiras selecionadas na eficiência do sistema logístico do APL gesseiro Pernambuco;
- Conduzir uma discussão sobre as principais similaridades e diferenças entre as perspectivas a respeito das barreiras logísticas do APL de Gesso de Pernambuco, utilizando o método da distância euclidiana.

## **1.3 Organização da Dissertação**

A estrutura do trabalho é composta por seis capítulos. No primeiro Capítulo são apresentados a introdução, justificativa da pesquisa e os objetivos gerais e específicos a serem alcançados. No Capítulo 2, serão abordados os conceitos teóricos, definições e abordagens

que baseiam o desenvolvimento do tema estudado; em seguida, no Capítulo 3, será apresentada a metodologia da pesquisa.

No Capítulo 4 são descritas as barreiras logísticas para empresas do APL Gesso Pernambucano, contendo uma caracterização econômica e geográfica do setor, como também uma revisão da literatura com intuito de identificar as principais barreiras do APL. No Capítulo 5 é apresentada uma análise sobre as barreiras logísticas do APL de gesso pernambucano, utilizando o método Grey-DEMATEL com diferentes perspectivas.

O Capítulo 6 mostra as discussões adicionais e as conclusões finais, onde são discutidas as implicações gerenciais e práticas da pesquisa, como também as limitações e pesquisas futuras.

Por fim, são listadas as Referências utilizadas como embasamento para a pesquisa, seguidas dos Apêndices elaborados com informações complementares.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO DA LITERATURA**

Neste Capítulo, serão abordados conceitos importantes que motivam o desenvolvimento do estudo. São eles: Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Arranjos Produtivos Locais (APL) de Pernambuco, Dificuldades Logísticas no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos, Análise sobre Barreiras Logísticas, o método DEMATEL (*Decision-making Trial and Evaluation Laboratory*) e sua variante Grey-DEMATEL.

### **2.1 Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

Diversas pesquisas diferenciam o termo de Cadeia de Suprimentos (CS) e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GCS). Christopher (2010) afirma que uma cadeia de suprimentos se constitui numa rede de organizações envolvidas nos diferentes processos e atividades, nos sentidos *upstream* (em direção aos fornecedores) e *downstream* (em direção ao cliente final), que agregam valor na forma de produtos e serviços, visando no atendimento do consumidor final. Em complemento, a CS necessita do alinhamento entre empresas que trazem produtos ou serviços ao mercado e operam como redes de organizações que se envolvem em vários processos e atividades que criam valor para o cliente na forma de produtos e serviços. Essas organizações interagem tanto a montante (por exemplo, fornecimento), quanto à jusante (distribuição) (KONOVALENKO e LUDWIG, 2019).

Para Moreira (2009), a CS é uma rede complexa de atividades a qual proporciona a entrega de um produto ou serviço final ao cliente, onde essas atividades consistem em um mix adequado de recursos físicos, financeiros e de informações, considerando-se a necessidade estratégica de competir no mercado interno e externo. Enquanto que, Ballou (2006), afirma que a CS engloba todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias desde o estágio da matéria-prima até o usuário final.

Quando se trata de Gestão da Cadeia de Suprimentos (GCS), ela pode ser vista de uma forma holística da tradicional administração de materiais, sendo mais expandida, atualizada e englobando a gestão da cadeia produtiva de um modo integrado e estratégico. O principal objetivo desse modelo de gerenciamento consiste em proporcionar o aumento da sinergia entre os elos da cadeia, buscando reduzir os custos e obtendo maiores níveis de satisfação do cliente (PIRES, 2009).

Para Banerjee e Mishra (2017), o GCS pode ser definido como uma identificação da natureza estratégica da coordenação dentro de uma organização específica e entre parceiros comerciais dentro da CS, com o objetivo de melhorar o desempenho de uma organização

individual e o desempenho da CS como um todo. Dentro da perspectiva do gerenciamento de transporte e logística, o GCS é definido pelos sistemas de logística integrados e, portanto, concentra-se na redução de estoque, abrangendo as organizações que fazem parte da cadeia de suprimentos.

Para Ballou (2006), a GCS é responsável por integrar todas as atividades associadas com a transformação e o fluxo de bens e serviços, visando obter uma vantagem competitiva sustentável. O sistema de gestão da CS permite satisfazer significativamente melhor a demanda pelos produtos da empresa e reduz consideravelmente os custos de logística e compras. Portanto, o GCS abrange todo o ciclo de compra de matérias-primas, produção e distribuição de produtos (BOIKO et al., 2019).

O Conselho de Profissionais de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos define o GCS como as atividades que englobam o planejamento e o gerenciamento de todas as atividades envolvidas em suprimento, conversão e o gerenciamento de logística. É importante ressaltar que também inclui coordenação e colaboração com parceiros da cadeia produtiva, que podem ser fornecedores, intermediários, provedores de serviços terceirizados e clientes. Em essência, o GCS integra o fluxo de mercadorias da fase de matéria-prima até os usuários finais (um equilíbrio entre oferta e demanda), dentro e entre empresas (CSCMP, 2018), podendo melhorar o desempenho da empresa com o fluxo de informações (JAYARAM et al., 2014).

O sucesso do GCS como sistema depende da capacidade de desenvolver uma confiança sobre o relacionamento com fornecedores da cadeia, sendo importante buscar a coordenação total da cadeia de suprimentos, aprimorar a comunicação para reduzir incerteza e níveis de estoque, garantir a entrega pontual de bens e serviços de alta qualidade a custo razoável e o envolvimento dos parceiros comerciais certos (ACHARYULU e SHEKBAR, 2012). Thakker et al. (2012) argumentam que o GCS tem sido considerado uma estratégia eficaz para integrar fornecedores e clientes com o objetivo de melhorar a flexibilidade da produção, em especial para grandes empresas (BLOME e SCHOENHERR, 2011). Por outro lado, as PME apresentam dificuldade de desenvolver habilidades suficientes para esse recurso (JAYARAM et al., 2014; PARTENEN et al., 2019). Kauppila (2015) informa que as PME de manufatura podem identificar fatores que promovam estratégias de melhoria nas operações e, em consequência, suas participações nos mercados nacionais e internacionais.

Vários riscos emanam do GCS, e os gerentes precisam estar cientes desses riscos. De acordo com Bode et al. (2011), os riscos se materializam devido a uma interrupção em algum lugar da cadeia, que conseqüentemente interrompe o fluxo de materiais, ou informações entre os níveis do fornecimento da cadeia. Para mitigar esses riscos é necessário que haja uma

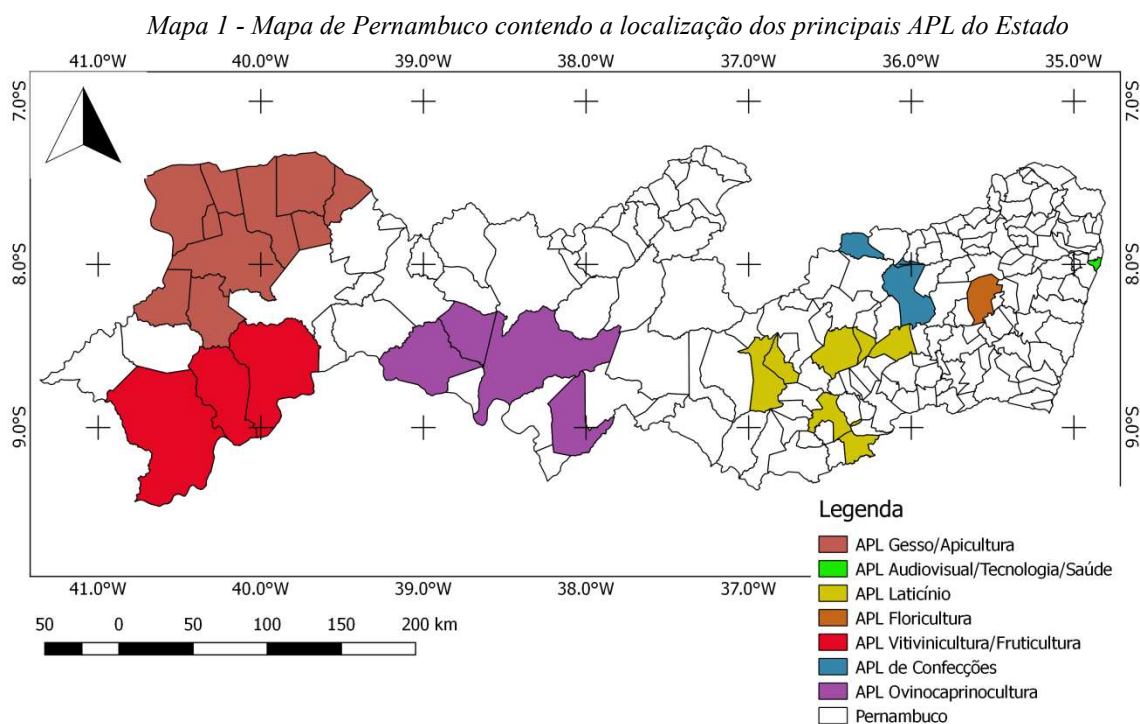
estreita colaboração entre os parceiros da cadeia de suprimentos, onde é preferível planejar e realizar a gestão de riscos, do que sofrer os efeitos negativos de sua materialização (KLEINDORFER e SAAD, 2005). Essas considerações são de grande contribuição para os aspectos gerenciais dos Arranjos Produtivos Locais (APL).

## **2.2 Arranjos Produtivos Locais (APL) de Pernambuco**

De acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços, os Arranjos Produtivos Locais (APL) são aglomerações de empresas e empreendimentos, localizados em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva, algum tipo de governança e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais (MDIC, 2019). Os APL possibilitam às empresas participantes incentivos para aumentarem sua vantagem competitiva e enfrentarem o mercado acirrado, superando as dificuldades de acesso ao crédito e as barreiras impostas pelo excesso de burocracia. São consideradas uma forte estratégia de elevação da capacidade competitiva de determinadas atividades econômicas, assim como propagadoras de conhecimento (SANTOS et al., 2004).

O desenvolvimento de um APL tem um papel fundamental para o desenvolvimento econômico, social e tecnológico de uma região. Os benefícios gerados por um APL acarretam em um desenvolvimento de competências das empresas, possibilitando a inserção delas em novos mercados. Há diversas vantagens adquiridas por empresas que participam de um APL, tais como: a criação de uma postura colaborativa entre as organizações envolvidas com o intuito de aumentar o crescimento da rede como um todo; apoio de diversas instituições de pesquisa e de fomento; concentração de suas atenções a grupos de agentes econômicos e atividades relacionadas, que possam beneficiar o todo; representação do nível no qual as políticas de promoção do aprendizado, inovação e criação de capacitações podem ser mais efetivas (LEÃO et al., 2013; CASSIOLATO et al., 2008), dentre outras. Sendo assim, é possível que essas empresas troquem experiências, viabilizando uma eficiência coletiva e um aumento da competitividade das empresas que compõem o APL (CORREIA et al., 2012).

Até o último recenseamento, realizado em 2015, havia 677 APL reconhecidos no Brasil, abrangendo cerca de 40% dos municípios do país, com uma grande diversidade de aplicação, compreendendo 59 setores produtivos, dos quais os setores de cerâmica e gesso apresentam maior predominância de empresas (MDIC, 2019). Em Pernambuco, atualmente, existem 11 APL que recebem apoios institucionais de diversos órgãos de pesquisa e fomento. O Mapa 1 mostra a localização geográfica de cada APL ao longo do território pernambucano.



No Mapa 1, é possível visualizar a localização geográfica dos principais APL pernambucanos. Esses são reconhecidos pela principal atividade desenvolvida na região em destaque e referenciada pela legenda da figura. Os APL são voltados a (i) Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), (ii) Laticínio, (iii) Vitivinicultura, (iv) Confeccões do Agreste pernambucano, (v) Ovinocaprinocultura, (vi) Audiovisual, (vii) Frucultura irrigada do São Francisco pernambucano, (viii) Saúde do Recife, (ix) Apicultura no Araripe, (x) Floricultura do Estado de Pernambuco, e (xi) APL de Gesso do Araripe. A Tabela 1 apresenta uma breve descrição dos APL pernambucanos.

*Tabela 1–Descrição dos APL Pernambucanos*

APL pernambucano	Descrição
Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC)	Localizado em Recife, denominado Porto Digital, é uma rede colaborativa complexa, que se consolidou como um dos principais APL de tecnologia do País, destacando-se os investimentos proporcionados na melhoria dos processos de desenvolvimento de software, que auxiliam a instalação de dezenas de empresas. Atualmente, o APL de TIC pernambucano possui 230 empresas e é composto, em sua maioria, por pequenas e médias empresas (DA SILVA et al., 2014).
Laticínio	Localizado no Agreste Meridional e Central, concentrando-se nas Bacias dos rios Mundaú e Una, nos municípios de Pedra, Venturosa, Garanhuns, Correntes, São Bento do Una, Cachoeirinha e Altinho. Observa-se a alta produção de derivados de leite, especialmente queijos (ITEP, 2019). A produção da região representa 73% da produção leiteira do Estado de Pernambuco. Uma característica bastante marcante da produção leiteira no Brasil é o predomínio de pequenas e médias empresas com características de agricultura familiar, onde geralmente essa atividade é a principal fonte de renda (MONTEIRO et al., 2007).

Vitivinicultura	Localizado no Vale do São Francisco, formado por vitivinícolas distribuídas entre os municípios de Santa Maria da Boa Vista, Lagoa grande e Petrolina, produz cerca de 14% da produção nacional de vinhos e devido a investimentos nos últimos anos a produção de vinho na região aumentou significativamente seu volume, bem como sua qualidade (LEAO et al., 2013; HORA e XAVIER, 2018).
Confecções do Agreste pernambucano	Localizado principalmente nas cidades de Toritama, Santa Cruz do Capibaribe e Caruaru, o Arranjo Produtivo Local composto pelas cidades descritas é responsável por agregar cerca de 20 mil empresas de confecções e movimenta mais de um bilhão de reais, produzindo cerca de 700 milhões de peças, gerando 75 mil empregos diretos e 15 mil indiretos, respondendo por 73% da produção do setor em Pernambuco e 3% de arrecadação do PIB do estado (ABIT, 2019).
Ovinocaprinocultura	Sendo mais expressiva a criação de caprinos, responsável por 33% da produção do Estado de Pernambuco. Na Região, o maior produtor é o município de Floresta com 15,69% da produção do Estado, seguido por Carnaubeira da Penha com 5,65%, Tacaratu com 5,39% e Belém de São Francisco com 2,56%. Na criação de ovinos, o município de Floresta é o terceiro maior produtor do Estado, com 4,45% e o município de Tacaratu o sétimo, com 3,75% (MEDEIROS, 2011).
Audiovisual	Localizado em Recife, onde conta com cerca de 28 produtoras audiovisual, é um dos principais pólos cinematográficos do país. A cidade também possui um núcleo de qualificação profissional na área do audiovisual, e contam com órgãos como a Fundação Joaquim Nabuco do Ministério da Educação (Fundaj/MEC) e a Secretaria do Audiovisual do Ministério da Cultura (SAv/MinC). Anualmente, o Governo do Estado investe cerca de 10 milhões de reais na produção audiovisual que acarreta em cerca de 100 projetos anuais relacionados ao audiovisual, desde filmes a cursos de capacitação (MOUTINHO e CAVALCANTI FILHO, 2008).
Fruticultura irrigada do São Francisco pernambucano	Esse arranjo produtivo está situado no perímetro irrigado do rio São Francisco localizado entre as cidades de Petrolina e Juazeiro, a irrigação promovida pelo rio auxilia no cultivo de frutas nessa região criando dezenas de empregos e desenvolvendo a região, hoje esses dois municípios estão entre os principais municípios produtores de frutas do país, em primeira colocação, o Município de Petrolina (PE), cujo valor da produção frutícola somou R\$ 918 milhões, o equivalente a, 3,9% do valor total da produção frutícola nacional no referido ano. Nesse município, houve aumento de 48,6% no valor da produção frutícola, impulsionado pela produção de uvas, que respondeu por cerca de 48,1% do valor total da produção das frutas municipais, sendo que, o mesmo ainda conta com expressivas produções de manga, goiaba e banana. O Município de Juazeiro (BA), segundo colocado no ranking de valor da produção frutícola nacional, somou R\$ 222 milhões, embora tenha sofrido uma redução de 10,1% no valor da sua produção de frutas, em relação a 2012. Nesse município, também se destaca a produção de uva, manga, coco-da-baía e maracujá (IBGE/PAM, 2013).
Saúde do Recife	Surgiu na década de 1970, e é conhecido como Polo Médico do Recife - PMR. A época em que o APL surgiu reflete um ponto de inflexão na concepção de serviços médicos de saúde no Brasil, onde se transitava da medicina generalizada e de 'família' para uma medicina altamente mercantil e especializada, razão pela qual este arranjo forjou-se e consolidou-se por médicos juntamente com clínicas, laboratórios e hospitais privados (BNDES, 2004).
Apicultura no Araripe	A atividade apícola na Região do Sertão do Araripe expandiu a partir da ampliação do mercado do Piauí, fato justificado por essa região estar próxima aos principais arranjos produtivos de mel piauienses. Essa proximidade permitiu aos apiários piauienses migrarem para a Chapada do Araripe. Essa característica do manejo apícola no Nordeste é fundamental para diferenciá-la da produção no Sul e destacá-la como produto orgânico, inclusive por ser a qualidade do mel considerada excelente e por promover vínculos sociais mais solidários (PAULA NETO e ALMEIDA NETO, 2006; ARAÚJO, 2006).
Floricultura do Estado de Pernambuco	Esse APL tem um grande destaque, pois é um grande produtor de flores tropicais do país e o quinto produtor de flores temperadas do Brasil, tendo sua produção concentrada nos município de Gravatá e Garanhuns que produzem em escala industrial cerca de onze variedades de flores. A região é responsável por 70% da

Gesso	<p>produção do estado e seus produtos são comercializados principalmente em Recife e em estados do Sudeste e do Centro-Sul do país (MDIC, 2013).</p> <p>O APL de Gesso se destaca por sua importância para a região, diante do alto volume das reservas de gipsita, pela qualidade e pureza do produto, o seu desenvolvimento repercute nacionalmente, sendo responsável por 95% da produção nacional de gesso. É inegável também o destaque como fonte de desenvolvimento e melhoria da qualidade de vida, geradora de empregos e de renda. No entanto, segundo o MDIC o que caracteriza essa região como um APL é a crescente integração dos empresários, a produção é territorialmente concentrada e existe um apoio efetivo entre as instituições e os demais atores.</p>
-------	---

---

*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

Sob o aspecto estratégico, os APL são constituídos por uma estrutura complexa devido às características institucionais e ao número de cada integrante do arranjo. Então é necessário que haja uma estrutura organizacional eficiente de gerenciamento em toda a cadeia de suprimentos, que potencialize a interação e a cooperação dos integrantes e, por consequência, aumente os níveis de confiança e credibilidade entre os atores locais e regionais (GUSSONI et al., 2015). Para alcançar a eficiência coletiva em um APL, é necessário que os agentes estejam integrados ao longo de toda a cadeia, pois dessa maneira haverá uma maior sinergia das ações e desenvolvimento das partes (WHITE, 2011; HARVEY et al., 2012; PATIAS et al., 2017).

Dentre os APL apresentados, o APL de Gesso apresenta evidentes importâncias para o desenvolvimento da região e contribui para a economia nacional (ARAUJO e CLEMENTE, 2019). O destaque das reservas do APL acaba proporcionando à região do Araripe uma vantagem competitiva em nível internacional, entretanto, é necessária a realização de investimentos na área logística, infra-estrutura, e estratégias de mercado para que o gesso brasileiro alcance um lugar de destaque mundialmente (SANTOS e SOUTO, 2010). Uma das etapas do GCS do APL de Gesso que requer atenção, é a etapa de processamento logístico dos materiais, produtos e informações ao longo da CS, o que faz com que o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos realizada de forma eficiente, seja fundamental para o desenvolvimento logístico da região.

### **2.3 Dificuldades Logísticas no Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**

Atualmente, as CS estão expostas a muita turbulência, com penalidades imprevistas. É significativo para os profissionais identificar e classificar os riscos em várias categorias para facilitar o monitoramento (SILVA et al., 2017a). Um problema importante no GCS é lidar com a enorme quantidade de informações sobre seus membros (por exemplo, fabricantes, distribuidores, agentes de vendas, varejistas) e, portanto, coordenar seus negócios atuais. Dessa forma, para garantir a eficiência e eficácia da gestão da cadeia de suprimentos, é



necessário cooperação, integração, compartilhamento de informações, e, principalmente, esforço conjunto entre todos os participantes da CS (DA SILVA, 2018).

O gerenciamento logístico pode proporcionar uma fonte de vantagem competitiva e uma boa gestão poderá reduzir os custos conquistando um cliente por meio da confiabilidade e velocidade de entrega (MARCHI e GRIEBELER, 2019). Um modo de entender o GCS é considerá-lo como a união estratégica da logística de transporte e abastecimento com atividades de distribuição e aquisições, sendo seu objetivo fundamental a coordenação dos esforços entre funções, em várias empresas que colaboram para atingir objetivos em comuns. A ideia fundamental na colaboração em GCS é que a entrada de uma empresa deva trazer redução de risco ou aumento de eficiência na cadeia como um todo (RODRIGUES e SELLITTO, 2008).

Entretanto, o fluxo de informações e produtos pode gerar dificuldades para gerenciar a CS, acarretando em diversas preocupações logísticas, como a presença de barreiras logísticas que impedem a eficiência da função. Barreiras são definidas como obstáculos, tanto internos quanto externos, que dificultam o acontecimento de um fenômeno (BOUZON et al., 2015; GARDAS et al., 2018). Por definição, entendem-se barreiras logísticas como sendo todos os entraves relacionados aos fluxos físicos de produtos entre as empresas, a falta de recursos humanos qualificados nos níveis operacionais e executivos, e as restrições de infraestrutura e recursos operacionais (AGAN, 2011).

Alguns autores destacam que, uma maneira eficiente de identificar barreiras em situações complexas, é através da elaboração de extensas revisões na literatura, e recorrer à ajuda de especialistas na área para indicar as mais adequadas ao contexto, através de entrevistas. Ou, ainda, utilizar métodos de consenso, tal como o método Delphi, para envolver um conjunto de especialistas com o intuito de levantar múltiplas interpretações e pontos de vista sobre um determinado tópico de discussão (XIA et al., 2015; GOVINDAN et al., 2016; GUPTA, 2018; BELTON et al., 2019).

O levantamento bibliográfico permite indicar contextos de características semelhantes para que possam ser estudados e comparados. Na literatura, o estudo sobre barreiras logísticas para um setor da produção é bastante reconhecido, tendo em vista a importância que essa função exerce sobre as considerações de custos associados ao GCS. Uma das características comuns na identificação das barreiras logísticas é a análise conjunta das diferentes diretrizes que categorizam as barreiras levantadas, ou seja, é fundamental que diferentes aspectos gerenciais, operacionais e tecnológicos sejam considerados.

## 2.4 Análise sobre Barreiras Logísticas

As estratégias gerenciais sobre aspectos logísticos do APL de Gesso, em geral, envolvem diferentes fatores de análise, o que configuram problemas complexos. Um dos problemas que podem ser exemplificados é a análise sobre dificuldades ou barreiras que inibem o bom funcionamento do fluxo logístico de recursos e informações ao longo da cadeia de suprimentos na qual a organização participa.

Analisar as barreiras logísticas em situações reais apresenta sua complexidade pelas inter-relações que as barreiras podem apresentar entre si. Essa consideração favorece o emprego de métodos de apoio ao processo de tomada de decisão (GOVINDAN et al., 2015). A Tabela 2 apresenta uma breve revisão da literatura sobre o tema em estudo, e mostra alguns métodos que são utilizados para a resolução do problema.

A partir da análise das referências listadas na Tabela 2, pode-se levantar a importância de considerar diferentes perspectivas de avaliação sobre as considerações de barreiras logísticas de uma organização. Dessa forma, é importante indicar os *stakeholders* mais significativos para o contexto em estudo (KIM e LEE, 2012). Govindan e Bouzon (2018) destacam a influência de *stakeholders* representantes da perspectiva governamental, de clientes, da sociedade/comunidade, do mercado/competidores e da própria organização, para que apontem, sob seus pontos de vista, instruções adequadas para o entendimento das relações existentes a respeito das potenciais barreiras logísticas no contexto considerado. Outras pesquisas também elencam esses como os principais *stakeholders* envolvidos em questões logísticas (SARKIS et al., 2010; KIM e LEE, 2012; WASSEHNOVE e BESIOU, 2013).

Tabela 2 - Pesquisas sobre a análise de barreiras logísticas

Autores, ano	Objetivo	Método utilizado
Shao et al., 2016	Visualizar a priorização e inter-relações entre barreiras em produtos ecológicos e seus consumidores, através de três pontos de vistas na Indústria automobilística Européia.	Grey-DEMATEL
Luthra et al., 2016	Auxiliar os gerentes e profissionais na tomada de decisão em termos de gerenciamento de problemas de implementação de SCP (produção e consumo sustentável) na cadeia de suprimentos, de maneira eficaz e eficiente, analisando as barreiras da cadeia de suprimentos.	AHP
Bouzon et al., 2016	Identificar as barreiras mais importantes que impedem o desenvolvimento da Logística Reversa no Brasil e avaliar seu nível de importância no setor de equipamentos eletroeletrônicos.	Fuzzy-Delphi e AHP
Balon et al., 2016	Identificar as barreiras para uma Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GCSS) e encontrar a interação entre elas, para poder classificá-las como poder de dependência e poder motriz e desenvolver barreiras que afetam o	ISM

	desempenho da GCSS.	
Shibin et al., 2016	Construir um <i>framework</i> teórico dos facilitadores ( <i>drives</i> ) e das barreiras do gerenciamento flexível da cadeia de suprimentos ecológica.	ISM
Mangla et al., 2017	Identificar as barreiras para implementar tendências e uma logística sustentável em uma cadeia de suprimentos e priorizá-las para reconhecer a barreira mais crítica.	AHP
Moktadir et al., 2018	Identificar barreiras da Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável (GCSS) e examinar as relações causais entre eles com o objetivo de facilitar a implementação efetiva do GCSS na indústria de couro em Bangladesh.	Grey-DEMATEL
Bouzon et al., 2018	Avaliar a inter-relação entre as barreiras de logística reversa sob a perspectiva dos participantes mais importantes no contexto brasileiro.	Grey-DEMATEL
Gardas et al., 2018	Identificar e analisar as barreiras críticas à logística reversa de óleo usado obtidas nos postos de serviços automotivos no contexto de economias em desenvolvimento.	ISM
Prajapati et al., 2019b	Identificar e priorizar as soluções para mitigar o impacto das barreiras na implementação da logística reversa em uma indústria de energia elétrica na Índia.	SWARA e WASPA

Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Pela consideração dos diferentes *stakeholders* envolvidos, é oportuno categorizar as barreiras (SILVA et al., 2017b; BOUZON et al., 2018; DALLASEGA e SARKIS, 2018) em organizacionais, governamentais, e barreiras relacionadas aos aspectos do GCS. Essa categorização tem fundamento nas características das barreiras encontradas na literatura e baseadas nas particularidades do APL estudado. Com isso, quatro profissionais que representam (i) a perspectiva governamental com enfoque nos interesses de desenvolvimento econômico do setor; (ii) a perspectiva do cliente para destacar as considerações sobre o acesso a matéria-prima; (iii) a perspectiva acadêmica que considera instruções teóricas e aplicações sobre o desenvolvimento dos negócios do setor; e (iv) a perspectiva organizacional que considera a visão de uma empresa do sertão do Araripe pernambucano, foram contatados para contribuir com a coleta de dados.

No problema em questão, os relacionamentos interdependentes entre os fatores fazem com que seja explorada para elaboração de modelos a ferramenta *Decision-making Trial and Evaluation Laboratory* (DEMATEL), que é indicada para ajudar as empresas a tomarem decisões mais apropriadas diante dos critérios pré-especificados. O DEMATEL pode confirmar a interdependência entre fatores e auxiliar no desenvolvimento de um mapa para refletir as relações relativas dentro deles e, ainda, pode ser usado para investigar e resolver problemas complicados e entrelaçados (SI et al., 2018).

## 2.5 O Método DEMATEL

De acordo com Si et al. (2018), o *Decision Making Trial and evaluation laboratory* (DEMATEL) é um método eficaz para a identificação de componentes analisando causa-efeito de um sistema complexo. Trata-se da avaliação dos relacionamentos interdependentes entre fatores, e da indicação dos fatores mais críticos através de um modelo estrutural visual, que pode ser usado para investigar e resolver problemas complicados e interligados.

O método DEMATEL tem sido amplamente utilizado nos métodos de tomada de decisão com o objetivo de descobrir as relações entre os critérios considerados de maneira complexos e problemas entrelaçados, pois ele é capaz de analisar as relações totais entre conjuntos de variáveis usando técnicas matemáticas para obter relações lógicas e direcionar o impacto dos relacionamentos entre elas (LIN et al., 2018). Em complemento, para Moktadir et al. (2018), o DEMATEL é considerado um método para analisar relações causais complexas entre vários fatores e tem uma abordagem de modelagem estrutural que pode representar a interdependência de fatores e suas relações de causa e efeito na forma de um dígrafo, utilizando as ferramentas de matrizes (SU et al., 2015).

Como o método se baseia na teoria dos grafos, ele permite o planejamento visual e a solução de problemas, para que todos os fatores relevantes possam ser classificados em fatores causais e secundários, para obter uma compreensão de suas inter-relações. Esse método permite entender a estrutura complexa de um problema, bem como as relações entre o nível da estrutura e a força de influência de um fator (GIGOVIĆ et al., 2017).

No DEMATEL, todos os fatores se enquadram em duas categorias: (i) causa ou (ii) efeito; esses grupos são formados utilizando valores de impacto que existem entre os fatores. Essa categorização resulta em um melhor entendimento das partes do sistema e conseqüentemente é capaz de descobrir soluções para evitar problemas de sistemas complicados (GOVINDAN et al., 2015; BHANOT, 2017). Wang et al. (2017) afirmam que o DEMATEL é um método sistemático usado para criar e analisar as estruturas de relações causais complicadas entre um conjunto de fatores com matrizes ou dígrafos. Neste sentido, o DEMATEL é usado não apenas para extrair as relações mútuas de interdependências dentro das variáveis, mas também extraem a importância de cada variável (BAI et al., 2017). Para o presente estudo, as variáveis a serem categorizados são as barreiras logísticas no APL de Gesso Pernambuco, posteriormente divididas em grupos de causa e efeito para ajudar a identificar seus relacionamentos causais.

Quando problemas do mundo real são considerados, os números *crispy* (ou determinísticos) para a representação das preferências do decisor, em muitas situações, são inadequados e, a incerteza e a falta de informações são inevitáveis (REN et al., 2017; XIA et al., 2015). Nessas situações, os critérios do julgamento humano são certamente fatores imperfeitos e provavelmente incertos, devido às informações incompletas e julgamentos imprecisos. A partir dessa consideração, técnicas de representação de preferências a partir de informações parciais podem ser utilizadas (CLEMENTE et al., 2015). O método DEMATEL apresenta uma limitação no tratamento da subjetividade na avaliação de especialistas e na incorporação da imprecisão na avaliação linguística (RAJESH e RAVI, 2017), pois o método não apresenta uma estrutura axiomática para o tratamento das incertezas em seu escopo.

Uma das abordagens que podem ser integradas ao método é a Teoria dos Números Grey. Essa teoria, quando integrada ao método DEMATEL, ajuda a lidar com a incerteza e a imprecisão. Os números grey são capazes de abordar a imprecisão na avaliação linguística e reduzir a subjetividade de avaliações através da fusão de julgamentos de especialistas. Para isso, os valores linguísticos (ou nominais) podem ser representados por números grey, ou números difusos (SU et al., 2015; BOUZON et al., 2016; MOKTADIR et al., 2018). Na teoria dos números grey, se as informações do sistema são totalmente conhecidas, o sistema é chamado de sistema branco; se a informação é desconhecida, é chamada de sistema preto; enquanto que, sistema com informações conhecidas parcialmente é chamado de sistema cinza (JU-LONG, 1982; WANG et al., 2013).

### 2.5.1 Teoria dos Números Grey

Os números grey, representado por  $\otimes x$ , foram propostos pela primeira vez por Ju-Long (1982). O número grey apresenta uma posição desconhecida dentro de um intervalo definido com limite superior e inferior. O uso de um sistema grey pode trazer resultados satisfatórios mesmo com dados incompletos e relativamente limitados ou com grande variabilidade de fatores (LI et al., 1997). Nesse sentido, há um conjunto de números candidatos dentro desse intervalo, que podem indicar o valor de preferência em um conjunto grey (YANG e JONH, 2003). A principal vantagem do sistema grey sobre outros sistemas é que ele pode gerar possíveis resultados com uma pequena quantidade de dados (XIA et al., 2015). Uma importante aplicabilidade dos sistemas dos números grey é o tratamento de incertezas e imprecisões de informações em ambientes reais.

A teoria de grey pode ser adequadamente incorporada a qualquer processo de tomada de decisão para melhorar a precisão das decisões (JU-LONG, 1982; LI, 1997; TSENG, 2009).

$O \otimes x_{ij}^k$  é o número grey para um especialista  $k$  que avalia a influência do fator  $i$  no fator  $j$ . Os números  $\underline{\otimes}x_{ij}^k$  e  $\overline{\otimes}x_{ij}^k$  são respectivamente o valor grey inferior e superior do avaliador  $k$  para a relação entre os fatores  $i$  e  $j$  (BOUZON et al., 2018). Para converter números grey em números *crispy*, deve-se seguir um procedimento de três etapas, descritos pelas equações 2.1, 2.2, 2.3 e 2.4 (WEI,2015; ZHU et al., 2011).

1) Normalização:

$$\underline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k = (\underline{\otimes}x_{ij}^k - \min_j \underline{\otimes}x_{ij}^k) / (\max_j \overline{\otimes}x_{ij}^k - \min_j \underline{\otimes}x_{ij}^k) \quad (2.1)$$

$$\overline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k = (\overline{\otimes}x_{ij}^k - \min_j \overline{\otimes}x_{ij}^k) / (\max_j \overline{\otimes}x_{ij}^k - \min_j \underline{\otimes}x_{ij}^k) \quad (2.2)$$

2) Determinação de um número *crispy* total normalizado  $Y_{ij}^k$ :

$$Y_{ij}^k = \underline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k (1 - \underline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k) + (\overline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k * \overline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k) / (1 - \underline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k + \overline{\otimes}\bar{x}_{ij}^k) \quad (2.3)$$

3) Computação de um número *crispy* final  $Z_{ij}^k$ :

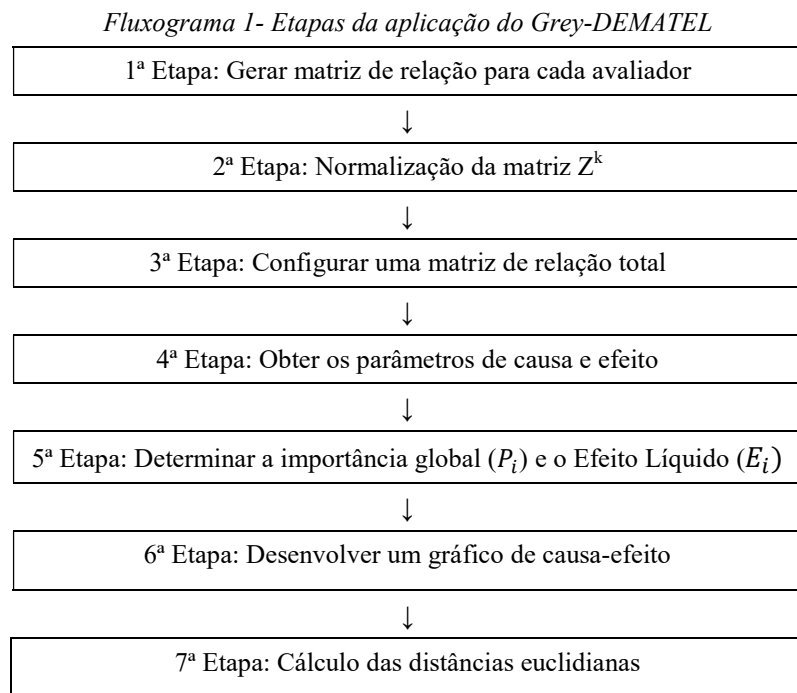
$$Z_{ij}^k = \min_j \underline{\otimes}x_{ij}^k + Y_{ij}^k * (\max_j \overline{\otimes}x_{ij}^k - \min_j \underline{\otimes}x_{ij}^k) \quad (2.4)$$

O procedimento de transformação dos números grey em números *crispy* implica na indicação de valores de representação das preferências do decisor, assumindo informações parciais como base. A utilização de representações de informações parciais em problemas de decisão tem como principal benefício à minimização do esforço do decisor em fornecer informações sobre suas preferências, em contextos de incerteza. Com a abordagem da Teoria dos números grey, é possível tratar a limitação referente à incerteza do método DEMATEL. A implementação de métodos integrados, como o Grey-DEMATEL permite a apresentação de abordagens completas no tratamento de problemas de decisão complexos.

### 2.5.2 Grey-DEMATEL

O Grey-DEMATEL é um método híbrido, combinando o método DEMATEL e as instruções da Teoria dos números grey, para analisar alternativas e critérios e criar relações efetivas (BAI et al., 2017), considerando o fato de que o julgamento sobre as preferências do decisor, geralmente, não é claro, sendo difícil estimar utilizando valores numéricos exatos. Comparado com métodos relacionados, o Grey-DEMATEL permite uma discriminação mais ampla das medidas, e ajuda a gerar resultados satisfatórios com uma pequena quantidade de dados (TSENG, 2009). É uma abordagem que quando usada em conjunto com a tomada de decisão pode ajudar a visualizar a estrutura de relações causais complicadas, retratando-as quantitativamente em matrizes ou diagramas (FU et al., 2012).

Com as contribuições da integração das abordagens, as etapas do Grey-DEMATEL podem ser assumidas pelas descrições de Xia et al. (2015), Bouzon et al. (2018) e Si et al. (2018), e representadas pelo Fluxograma 1. Além das etapas tradicionais do Grey-DEMATEL, alguns autores incluem uma última etapa o cálculo das distâncias euclidianas com intuito de auxiliar no processo de identificação das diferenças e similaridades entre as múltiplas perspectivas (DOU e SARKIS, 2013; ZHU et al., 2014; BOUZON et al., 2016; GRIMM et al., 2018; KUMAR e ANBANANDAM, 2020).



*Fonte: Esta pesquisa (2020)*

A partir do Fluxograma 1, é possível considerar a descrição das etapas que compõem a aplicação do método Grey-DEMATEL.

**1ª Etapa:** Gerar uma matriz de relação direta *crispy* para cada avaliador. Essa etapa é dividida em três passos, em que uma escala de comparação de influência grey pareada para os componentes é definida, sendo  $n$  o número de fatores de análise identificados. Em primeira instância, cada especialista  $k$  recebe a tarefa de avaliar a influência direta do fator  $i$  sobre fator  $j$ , assumindo uma escala nominal de cinco pontos, variada por indicadores de 0 a 4. Esses indicadores representam o grau de influência existente entre os fatores, sendo: 0: “sem influência”, 1: “influência muito baixa”, 2: “baixa influência”, 3: “alta influência” e 4: “influência muito alta”. A escala linguística para as avaliações dos especialistas são traduzidas

para uma faixa de números grey e são mostradas na Tabela 3. A compreensão da primeira etapa é descrita em três passos, como segue.

**1.1** Delinear uma escala de comparação para as variáveis que representam os pares dos números grey. Para indicar essas influências, um questionário pode ser fornecido para cada especialista. No questionário são descritos os objetivos do estudo e as instruções de coleta das informações pertinentes, relativas às descrições dos fatores a serem analisados. A dinâmica do questionário consiste em pedir aos especialistas que completem as matrizes de relação direta pareadas grey, utilizando os valores de escala variados entre 0 e 4, de acordo com a correspondência do termo linguístico associado. Em segunda instância, as indicações de cada avaliador são traduzidas em números grey, os quais serão inseridos no método DEMATEL. A Tabela 3 apresenta a correspondência entre as escalas.

*Tabela 3 - Escala linguística grey para as avaliações dos especialistas*

Valor de Escala	Termo Linguístico	Número grey
0	Sem Influência	(0,00; 0,00)
1	Influência muito baixa	(0,00; 0,25)
2	Baixa Influência	(0,25; 0,50)
3	Alta Influência	(0,50; 0,75)
4	Influência muito alta	(0,75; 1,00)

*Fonte: Adaptado de (BOUZON et al., 2018)*

**1.2** O próximo passo consiste em criar uma matriz  $X^k$  com os números grey associados. Nesse passo, é necessário normalizar os valores obtidos pela escala linguística apresentada na Tabela 3. Para isso é necessário utilizar as Equações (2.1) e (2.2), sendo  $\underline{\otimes} \bar{x}_{ij}^k$  o valor normalizado inferior e  $\overline{\otimes} \bar{x}_{ij}^k$  o valor normalizado superior, e, em seguida, com auxílio da Equação (2.3) é determinado o número *crispy* total normalizado  $Y_{ij}^k$  para cada correspondência de influência entre os fatores.

**1.3** Em seguida, a matriz  $X^k$  é transformada em uma matriz  $Z^k$ , conhecida como a matriz de números *crispy*. Para isso, é utilizada a Equação (2.4), considerando os valores  $\underline{\otimes} \bar{x}_{ij}^k$ ,  $\overline{\otimes} \bar{x}_{ij}^k$  e o número *crispy*. total normalizado  $Y_{ij}^k$ .

**2ª Etapa:** Normalização da matriz  $Z^k$  utilizando a Equação (2.5), para obter a matriz N.



$$N = s * Z^k, \quad \text{sendo } s = 1 / \max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n Z_{ij} \quad (2.5)$$

Para calcular a relação direta normalizada da matriz N é necessário multiplicar a matriz  $Z^k$  com um escalar  $s$ , onde  $s$  é o inverso do valor máximo do somatório das linhas da matriz  $Z^k$ . Vale ressaltar que cada elemento na matriz N está entre zero e um.

**3ª Etapa:** Configurar uma matriz de relação total ( $T_i$ ), sendo, I a matriz identidade, conforme a Equação (2.6).

$$T_i = N(N - I)^{-1} \quad (2.6)$$

Com as primeiras etapas, é possível obter matrizes capazes de representar as relações de decisão estratégicas feitas por especialistas. Em alguns casos, os fatores não têm efeito direto sobre o outro e, inevitavelmente, é preciso calcular efeitos indiretos para que a relação entre os fatores seja representada. Com isso, após o cálculo da matriz de relação total  $T_i$ , é necessário calcular os parâmetros  $R_i$  e  $D_j$ . A partir desses parâmetros, é possível obter um gráfico de causa-efeito entre os fatores analisados.

**4ª Etapa:** Obter os parâmetros de causa e efeito, a partir da soma das linhas e colunas, respectivamente, da matriz de relação total  $T_i$ . Onde o R indica a soma da influência que o fator  $T_i$  exerce sobre outros fatores, enquanto D indica a soma da influência recebida pelo fator  $T_j$  de outros fatores. As Equações (2.7) e (2.8) demonstram as relações para  $R_i$  e  $D_j$ .

$$R_i = \sum_{j=1}^n T_{ij} \quad \forall i \quad (2.7)$$

$$D_j = \sum_{i=1}^n T_{ij} \quad \forall j \quad (2.8)$$

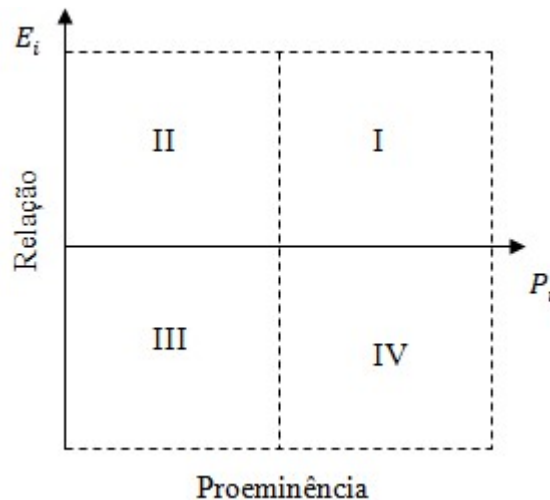
**5ª Etapa:** Determinar a importância global ( $P_i$ ) e efeito líquido  $E_i$  do fator i. Onde,  $P_i$  indica o grau em que um fator influencia ou é influenciado por outros fatores. Enquanto que  $E_i$ , indica o tipo de relação, onde um valor de índice positivo significa que o fator afeta outros fatores, sendo um fator causal. Por outro lado, um valor de índice negativo indica que o fator é influenciado por outros, sendo um fator de efeito. As Equações (2.9) e (2.10) apresentam as equações para determinar  $P_i$  e  $E_i$ .

$$P_i = (R_i + D_j | i = j) \quad (2.9)$$

$$E_i = (R_i - D_j | i = j) \quad (2.10)$$

**6ª Etapa:** Desenvolver um gráfico de causa-efeito sobre os fatores avaliados, contendo na abscissa a importância global ( $P_i$ ) e na ordenada o efeito líquido ( $E_i$ ), calculados na etapa anterior. A construção do gráfico de relações de causa-efeito é importante para a melhor visualização das informações, onde mostra as posições de todos os fatores e direciona as relações causais significativas entre cada par de fatores. A Figura 1 mostra a representação do gráfico obtido nesta etapa, destacando os quadrantes das relações consideradas.

Figura 1 - Quadrantes do gráfico de relações



Fonte: Adaptado de Si et al. (2018)

Observando-se a Figura 1, o vetor do eixo horizontal  $P_i = (R_i + D_j)$ , chamado “Proeminência”, ilustra a força das influências que são dadas e recebidas pelo fator. Ou seja,  $P_i$  representa o grau do papel central que o fator desempenha no sistema. O vetor do eixo vertical,  $E_i = (R_i - D_j)$ , chamado “Relação”, mostra o efeito líquido que o fator contribui para o sistema. Se  $E_i$  for positivo, o fator  $F_j$  tem uma influência líquida sobre os outros fatores e pode ser agrupado no grupo de causas; se  $E_i$  é negativo, o fator  $F_j$  está sendo influenciado pelos outros fatores e deve ser agrupado no grupo de efeitos.

Dessa forma, na Figura 1, os fatores do quadrante I são identificados como fatores causais, uma vez que têm alta proeminência e relação; os fatores no quadrante II são identificados como fatores propulsores, porque apresentam baixa proeminência, mas alta relação. Os fatores do quadrante III têm baixa proeminência e relação, e são relativamente

desconectados do sistema (chamados fatores independentes ou receptores autônomos); os fatores no quadrante IV têm alta proeminência, mas baixa relação (chamados fatores de impacto ou receptores entrelaçados), que são impactados por outros fatores e não podem ser melhorados diretamente. Com auxílio do gráfico os tomadores de decisão podem detectar visualmente as relações causais complexas entre os fatores analisados.

Além do gráfico de relações, pode ser construído um diagrama de relação causal de proeminência combinada com o apoio da matriz de relação total  $T_i$ , com o objetivo de observar padrões e relações comuns entre todos os fatores, simultaneamente e em pares. Um dos métodos para construir esse diagrama, é através de um limiar onde apenas as relações que excedem esse limiar pré estabelecido, serão mapeadas em forma de fluxo. Para calcular esse limiar é considerado a média ( $\mu$ ) dos valores da matriz  $T_i$  e em seguida é adicionando dois desvios padrão ( $\sigma$ ) à média (BOUZON et al., 2018), sendo esse limiar chamado de  $\alpha$ , onde  $\alpha = \mu + 2 * \sigma$ . Os valores da matriz  $T_i$  que foram iguais ou excedam o valor de  $\alpha$ , serão representados no gráfico de relações, indicando que o fator (barreira) que está representado na linha da matriz  $T_i$  influenciando o fator representado na coluna da matriz  $T_i$ .

**7ª Etapa:** Determinar as distâncias euclidianas entre cada par de respondentes.

Essa última etapa geralmente não é incluída na abordagem tradicional do Grey-DEMATEL. No entanto, como esta pesquisa lida com opiniões de diferentes perspectivas, a análise da discrepância e similaridades entre os avaliadores fornece informações para ajudar a "negociar" uma política melhor (DOU e SARKIS, 2013).

Para medir a distância entre as avaliações, foi escolhida uma fórmula de distância euclidiana, que é uma métrica fundamental, que mede a distância entre dois pontos (GRIMM et al., 2018). Para isso, esta etapa visa determinar as distâncias euclidianas entre qualquer par de especialistas e incorporar essas distâncias em um gráfico. O primeiro passo é normalizar os valores de causa e efeito dos quatro respondentes usando as equações 2.11 e 2.12 (DOU e SARKIS, 2013):

$$P_j = \frac{(\max_i P_i - P_i)}{(\max_i P_i - \min_i P_i)} \quad (2.11)$$

$$E_j = \frac{(\max_i E_i - E_i)}{(\max_i E_i - \min_i E_i)} \quad (2.12)$$

Em seguida, a distância entre os especialistas  $\alpha$  e  $\beta$  para a barreira  $i$ ,  $\Delta_i^{\alpha,\beta}$ , pode ser obtida pela equação 2.13

$$\Delta_i^{\alpha,\beta} = \sqrt{(P_j^\alpha - P_j^\beta)^2 + (E_j^\alpha - E_j^\beta)^2} \quad (2.13)$$

Posteriormente, todas as distâncias das comparações pareadas dos especialistas, podem ser visualizadas em um gráfico para destacar onde os especialistas podem ter maiores semelhanças ou diferenças e suas percepções individuais.

A contribuição do Grey-DEMATEL para análise de vários fatores de influência em uma perspectiva organizacional é relevante. Pela consideração do método, é possível associar a análise de fatores de causa e efeito às barreiras logísticas do APL de Gesso pernambucano, tendo como referência o fato de as referidas barreiras serem instrumentos de análise gerencial para tomadores de decisão. Ainda, é importante ressaltar que a incorporação de múltiplas perspectivas na análise de barreiras logísticas constitui um fator de complexidade no processo de análise e decisão, devido às prováveis relações (conflituosas ou não) entre as perspectivas de desempenho. A utilização combinada dos métodos Grey-DEMATEL minimiza essa complexidade e possibilita a escolha de uma decisão que atenda aos critérios de desempenho da organização.

A utilização do Grey-DEMATEL no estudo sobre as barreiras logísticas propõe uma análise holística sobre a influência dessas nos aspectos gerenciais do APL de Gesso pernambucano. A construção metodológica do presente estudo requer que as caracterizações do referido APL sejam abordadas.

### **3 METODOLOGIA**

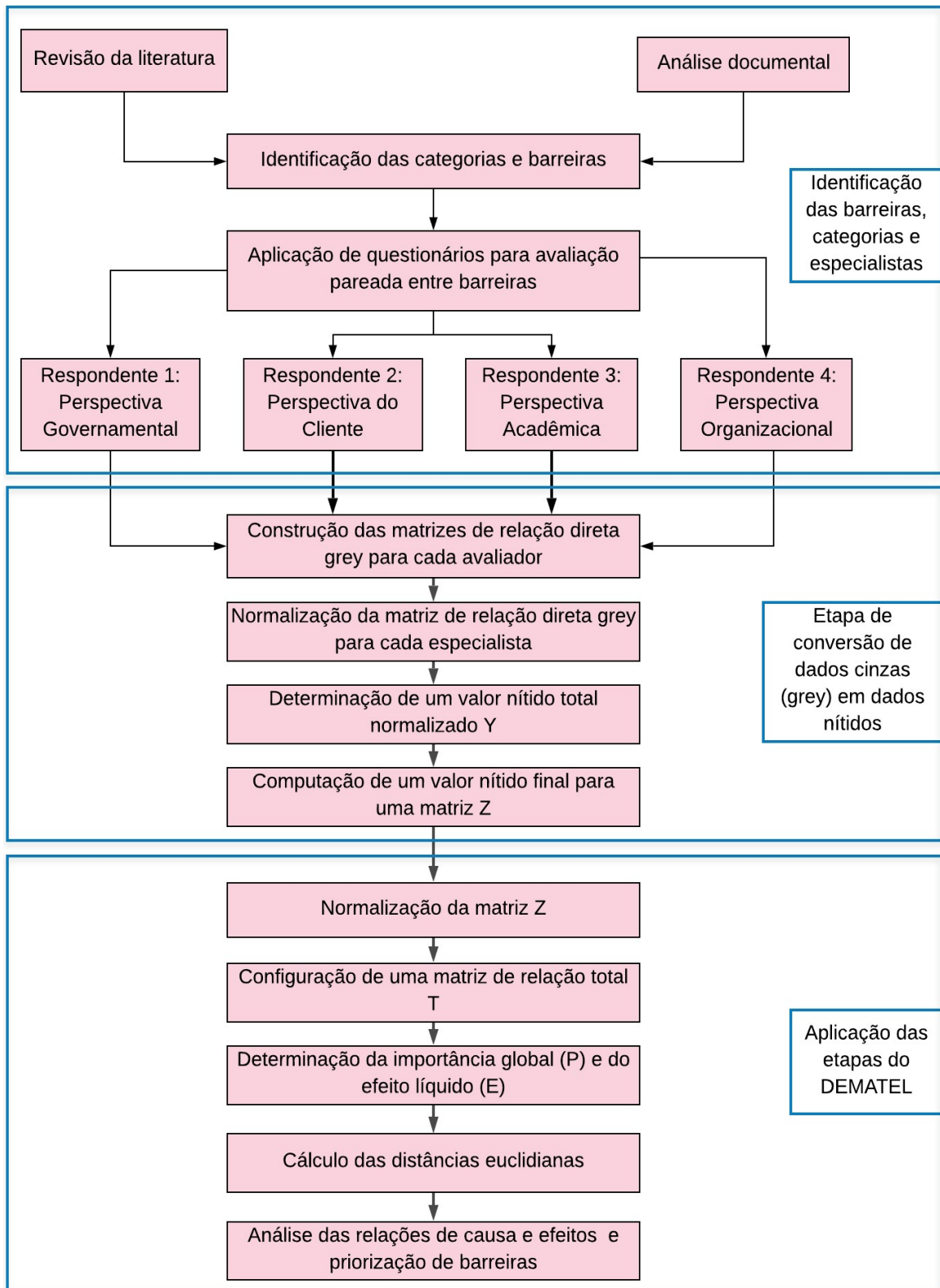
Em função dos objetivos, esta pesquisa é classificada como exploratória e descritiva. É exploratória, pois a natureza da pesquisa permite um aprofundamento acerca do conhecimento do tema abordado, sendo esse pouco explorado, proporcionando uma visão geral sobre determinado evento, com vistas a torná-lo mais explícito (MUNARETTO et al., 2013). A pesquisa também é classificada como descritiva, pois, o principal objetivo é a descrição e análise das principais barreiras logísticas de uma determinada região (GIL, 2002).

Quanto ao conteúdo, a pesquisa engloba tanto aspectos qualitativos quanto quantitativos, ou seja, faz-se uso de uma abordagem combinada que possibilita um melhor entendimento dos problemas de pesquisa que cada uma das abordagens permitiria isoladamente. Uma pesquisa de aspecto quantitativo tem suas raízes no pensamento positivista lógico, e tende a enfatizar o raciocínio dedutivo, as regras da lógica e os atributos mensuráveis da experiência humana (FONSECA, 2002). Já uma pesquisa de aspecto qualitativo, para Minayo e Minayo-Gomez (2001), trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis.

Quanto aos procedimentos, a pesquisa é classificada como um estudo de caso, sendo que, segundo Menga e Marli (1999), o estudo de caso é composto de três fases: uma exploratória; outra de sistematização de coleta de dados e delimitação do estudo, e a última, de análise e interpretação das descobertas. Esse procedimento enfatiza a interpretação de um fenômeno específico e busca retratar a realidade de maneira complexa e profunda. Com intuito de diminuir o esforço dos decisores, a pesquisa conta com um apoio de recursos computacionais, em que foram implementadas as iterações do método utilizado, o Grey-DEMATEL.

Um questionário foi utilizado como instrumento para conduzir as entrevistas de maneira estruturada, ilustrado no Apêndice A, onde há perguntas sobre o respondente, as barreiras que foram levantadas na revisão bibliográfica, e uma breve explicação sobre cada uma. O presente estudo questionou quatro profissionais de diferentes áreas, sendo eles especialistas na área de produção de gesso. Para a análise das relações de causa e efeito entre as barreiras, as diferentes perspectivas possibilitam um levantamento diversificado. Para melhor visualização as etapas da metodologia proposta são ilustradas pelo Fluxograma 2.

Fluxograma 2 - Metodologia para a análise sobre as principais barreiras logísticas do APL de Gesso



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

A primeira etapa da metodologia consiste na identificação das barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano, como também realizar a categorização dessas barreiras e descrição dos especialistas envolvidos no processo. Inicialmente foi necessário conduzir um levantamento das principais barreiras do APL, para isso foi realizada uma revisão da literatura, com auxílio da base de dados da *Science Direct*. Para realizar a pesquisa foram selecionadas as seguintes palavras chaves: 1) “*Barrier logistic Brazil MCDM*” e 2) “*Barrier logistic Brazil minerals*”, como resultado inicial foi identificado um total de 601 artigos, em seguida foram aplicadas algumas filtragens, com relação ao ano de publicação, tipo de publicação, análise de título, resumo, palavras chaves e conteúdo dos artigos; depois dessa filtragem, foram selecionados 33 artigos pertinentes para a identificação das barreiras logísticas para o APL de Gesso Pernambucano. Em paralelo, foi desenvolvida uma análise documental de relatórios técnicos do Ministério de Minas e Energia (MME 2019), com intuito de incrementar algumas informações de órgãos técnicos e públicos sobre a região em estudo.

Após a revisão da literatura foram identificadas 23 barreiras e em segunda instância, foi possível considerar características capazes de categorizar as barreiras encontradas. Essas barreiras foram categorizadas entre (i) C1: barreiras organizacionais, (ii) C2: barreiras governamentais, e (iii) e C3: barreiras relacionadas aos aspectos de GCS. Em seguida foi aplicado um questionário com 4 especialistas de diferentes áreas, onde foi feita uma avaliação pareada entre as barreiras. Durante o preenchimento do questionário, o especialista assume uma tabela de relações para indicar, de acordo com sua perspectiva, a influência entre as barreiras logísticas consideradas, sendo: 0 - Sem influência; 1 - Influência muito baixa; 2 - Baixa Influência; 3 - Alta Influência; 4 - Influência muito alta. Por exemplo, se a Barreira B1 tem alta influencia na barreira B2, então se marca na terceira coluna da primeira linha o número 3, se a barreira B2 tem influência baixa na barreira B7, então se marca na oitava coluna da segunda linha o número 1, e assim sucessivamente.

Vale ressaltar que foi explicado e indicado no questionário que todas as informações possuem finalidade acadêmica e o sigilo dos dados é assegurado. A aplicação do questionário foi feita mediante entrevista, dado que é necessária uma avaliação das influências das barreiras de par a par, o que resulta em um trabalho extenso quanto ao preenchimento da influência entre as barreiras. Na Tabela 4 são descritas informações sobre as áreas de atuação dos profissionais/especialistas que foram consultados. Foram escolhidos os especialistas de acordo com a disponibilidade e acessibilidade dos mesmos.

Tabela 4- Informações sobre os profissionais entrevistados

Perspectiva	Especialista
1 Governamental	Engenheira Civil que atualmente trabalha no Departamento de Estradas de Rodagem (DER) de Pernambuco
2 Cliente	Engenheiro Civil que atua na área de compra de insumos derivados do gesso
3 Acadêmica	Mestre em Engenharia de Produção e pesquisador na área
4 Organizacional	Gerente de uma PME fabricante de Gesso na cidade de Trindade - PE

Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Na etapa seguinte, foi vivenciada a conversão dos números grey, onde é necessário construir uma matriz de relação direta para cada especialista utilizando as informações obtidas via aplicação dos questionários. Para isso, são vivenciadas as etapas de conversão dos números naturais para uma escala grey, seguidas de uma normalização desses valores, calculando os valores limites superiores e inferiores normalizados, e um valor  $Y_{ij}^k$ . Com isso, é construída uma matriz final  $Z_{ij}^k$  com os números convertidos.

Em seguida, são aplicadas as etapas do método DEMATEL, começando com o cálculo da matriz N, que é obtida através da normalização da matriz Z contendo os números *crispy*. referente à influência entre as barreiras. Para realizar a normalização, é necessário calcular o inverso do valor máximo do somatório das linhas da matriz Z e multiplicar pela matriz Z inicial. Dando continuidade ao método, é feita a configuração de uma matriz de relação total T, sendo ela resultante da multiplicação da matriz N com a inversa da diferença entre a matriz N e sua matriz identidade ( $T_i = N (N - I)^{-1}$ ).

Para determinar a importância global (P) e o efeito líquido (E) das barreiras, são calculados os parâmetros de causa e efeito, obtidos com a soma das linhas e colunas, respectivamente, da matriz de relação total  $T_i$ . Com a intenção de melhor visualizar a priorização das barreiras mais influentes a classificação em barreiras causais ou barreiras de efeito, também conhecidas como barreiras secundárias, é preciso construir um gráfico de dispersão com os dados obtidos da matriz T. Para auxiliar nas iterações do método, o método foi implementado em uma ferramenta computacional suportada pela linguagem de programação Python, com o objetivo de auxiliar o analista na compilação dos resultados das análises.

Para analisar as diferenças e similaridades entre as perspectivas estudadas, foram calculadas as distâncias euclidianas das coordenadas das barreiras no gráfico de dispersão, sendo os eixos, o grau de proeminência (R+C) e a relação (R- C), onde essa comparação permite realizar uma avaliação de semelhanças e diferenças nas avaliações e percepções de



barreiras entre as perspectivas abordadas na pesquisa. A comparação foi feita de forma pareada entre as quatro perspectivas, sendo então necessário analisar seis cenários diferentes.

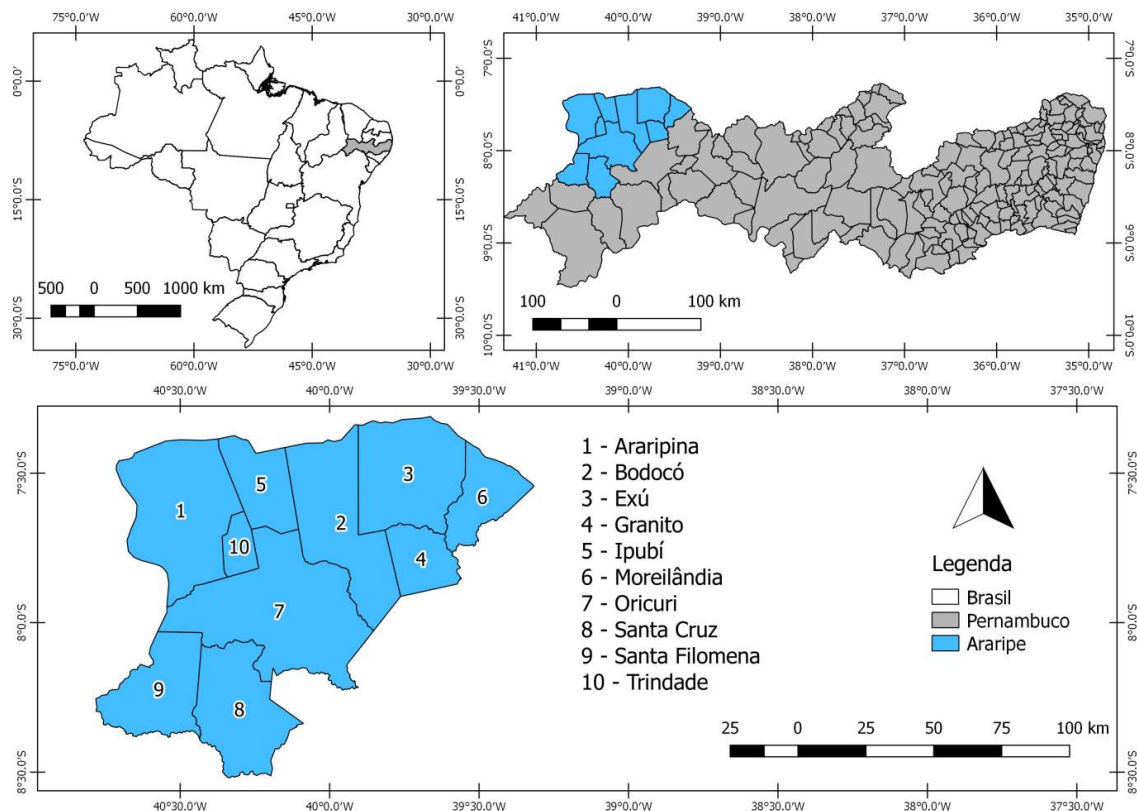
## 4 BARREIRAS LOGÍSTICAS PARA EMPRESAS DO APL DE GESSO PERNAMBUCANO

Nesta seção serão apresentadas uma caracterização do APL de Gesso de Pernambuco, como foi realizada a coleta de dados da revisão da literatura e as principais barreiras logísticas indicadas para as empresas atuantes do APL de Gesso pernambucano. Para a apresentação destas, foi elaborada uma revisão da literatura em que puderam ser evidenciados os fatores mais adequados ao estudo em questão.

### 4.1 Caracterização do APL de Gesso de Pernambuco

A microrregião do Araripe que compõe o chamado APL de Gesso se localiza no Sertão do Estado de Pernambuco, está situada no epicentro do semiárido nordestino, extremo oeste do estado de Pernambuco a cerca de 700 Km da capital Recife, fazendo fronteira com os estados do Piauí e Ceará, como pode ser visualizada no Mapa 2. O APL Gesseiro do Araripe compreende os municípios de Araripina, Trindade, Ipubi, Ouricuri e Bodocó.

Mapa 2 - Mapa com a localização do Araripe Pernambucano



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

De acordo com os dados do último Censo Demográfico em 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a população total da região do Araripe é de 307.642 habitantes, ocupando uma área territorial de 11.547,94 km<sup>2</sup>, o equivalente a 12% da área territorial de Pernambuco, que é cerca de 98.148,50 km<sup>2</sup>. O Produto Interno Bruto (PIB) total da região, em 2010, foi de R\$ 1.642.665.031. A média do IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) da região é de 0,574, o PIB *Per Capta* médio é de R\$7.613,02, apresentando uma média de 6,8% da população ocupada. A média do percentual de receitas oriundas de fontes externas é de 89,4%. Para realizar uma análise mais detalhada, a Tabela 5 demonstra os aspectos socioeconômicos dos municípios do Sertão do Araripe.

*Tabela 5 - Aspectos Socioeconômicos dos municípios do Sertão do Araripe*

Cidade	População (Censo 2010)	Área (km <sup>2</sup> ) (2018)	IDHM (2010)	PIB (per capita R\$) (2016)	População Ocupada (2017)	Percentual de Receitas oriundas de fontes externas (2015)
Araripina	77302	2037,387	0,602	9445,33	9,4 %	82,6 %
Bodocó	35158	1621,784	0,565	6302,48	4,7 %	90,8 %
Exu	31636	1336,788	0,576	7009,77	7,2 %	89,6 %
Granito	6855	521,690	0,595	7586,45	6,7 %	89,5 %
Ipubi	28120	693,921	0,550	8489,51	7,3 %	86,3 %
Moreilândia	11132	404,287	0,600	7116,94	6,6 %	90,9 %
Ouricuri	64358	2381,570	0,572	8103,52	7,5 %	89,6 %
Santa Cruz	13594	1245,983	0,549	6521,29	4,8 %	91,2 %
Santa Filomena	13371	1005,341	0,533	5794,75	5,5 %	93,2 %
Trindade	26116	295,765	0,595	9760,11	9,0 %	90,5 %

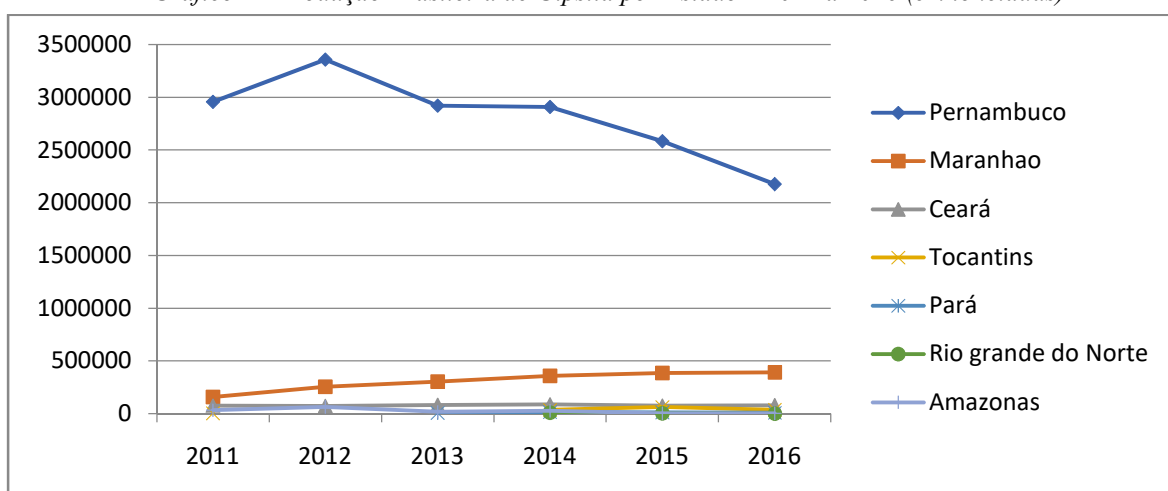
*Fonte: IBGE-Censo demográfico (2010)*

A partir da Tabela 5, pode-se observar que Araripina é a cidade que apresenta a maior quantidade de habitantes, um maior índice de IDHM, a maior porcentagem de população ocupada e o menor índice de receitas oriundas de fontes externas, quando comparados com as outras regiões, sendo junto com Ouricuri, as cidades com uma maior extensão em área. Vale ressaltar que Trindade, Araripina, Ipubi e Ouricuri são as cidades que apresenta um maior PIB per capita da região, respectivamente, dados que são justificados pela existência de uma maior extração e produção dos derivados da gipsita nessas cidades, sendo que as áreas de maior exploração de gipsita situam-se em dois trechos principais: (i) Trindade-Ipubi; Bodocó-

Ouricuri: faixa que se estende de Norte a Sudoeste; e (ii) Araripina: faixa descontínua ao sul e sudoeste do município. As reservas de gipsita estão distribuídas nos municípios de Ipubi (36%), Araripina (33%), Ouricuri (24%), Trindade (4%) e Bodocó (3%) (DE ARAÚJO e MARTINS, 2012). Segundo dados publicados pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (2007), o APL concentra 40% das reservas de gipsita do mundo, estimadas em 1,2 bilhões de toneladas, e 30% das reservas de gipsita do país, sendo produtor de 95% do gesso consumido internamente, onde são gerados 13,9 mil empregos diretos e 69 mil indiretos, resultantes da atuação de 42 minas de gipsita, 174 indústrias de calcinação e cerca de 750 indústrias de pré-moldados, gerando um faturamento anual na ordem de R\$ 1,4 bilhões/ano (SINDUSGESSO, 2014), dados que ilustram a importância do APL para a região e para o país.

Nas décadas de 80 e 90, o potencial de gipsita, de puro teor de qualidade, atraiu investidores para a região, formando um APL competitivo, com produtos e processos de inovação tecnologia. A gipsita é um mineral industrial produzido em diversos países do mundo que movimentam cerca de 125 milhões de toneladas por ano, a reserva brasileira de gipsita atinge mais de 1,7 bilhões de toneladas e são suficientes para suprir a demanda projetada até 2030 (MME, 2009). É ilustrado no Gráfico 1, a distribuição da produção de gipsita nos estados brasileiros, revelando uma concentração expressiva da extração do mineral no Estado de Pernambuco.

Gráfico 1 - Produção Brasileira de Gipsita por Estado – 2011 a 2016 (em toneladas)



Fonte: DNPM - Sumário Mineral Brasileiro

Nota: Elaboração desta Pesquisa (2020)

As jazidas do Araripe são consideradas como as de minério de melhor qualidade no mundo e apresentam excelentes condições de mineração. A gipsita do Araripe é encontrada na

superfície e é produzida a um custo igual ao dos maiores países produtores, porém, devido à falta de uma infraestrutura que permita a redução dos custos de escoamento, por ser limitado pela falta de alternativas de transporte, faz com que este produto chegue aos principais mercados consumidores com o custo até nove vezes maior que seu custo de produção (LUZ e LINS, 2008).

Os custos com o frete da gipsita e do gesso é um dos grandes gargalos enfrentados pelas indústrias do Araripe que limita a competitividade tanto diante do mercado nacional quanto do internacional. Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, indicam que em 2016 o Sudeste importou mais de US\$ 2,84 milhões de dólares em Gipsita da Espanha, cujo preço médio da tonelada é cerca de US\$ 14 dólares, cotados em R\$ 45,50 reais ao final de 2016.

A Tabela 6 fornece uma composição dos custos para a gipsita entregue aos principais mercados consumidores brasileiros. Pode-se perceber que mesmo com os acréscimos dos custos do frete internacional, AFRMM (Adicional de Frete para Renovação da Marinha Mercante), custos portuários e outros, o valor final do produto importado ainda é mais acessível que o produto vindo do Polo Gesseiro de Pernambuco.

*Tabela 6 – Composição dos custos da gipsita entregue em São Paulo (US\$/ton)*

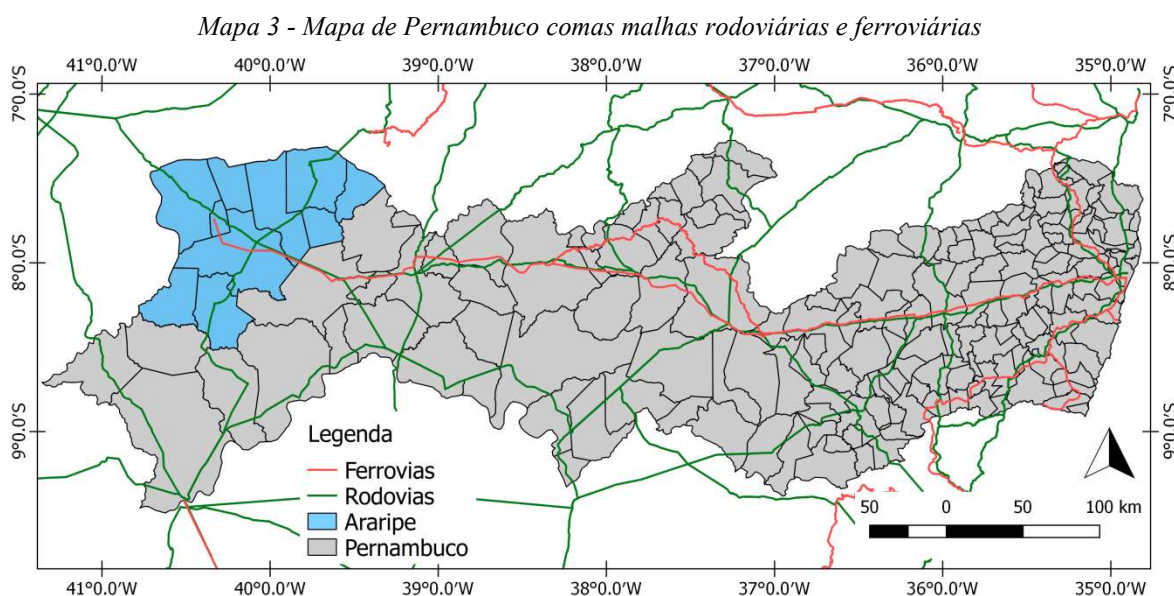
Região de Origem	Halifax	Almeria	Polo gesseiro do Araripe	
País	Canadá	Espanha	Brasil	
Tipo de Transporte	Marítimo	Marítimo	Rodoviário	
Sazonalidade	Nenhuma	Nenhuma	Baixa Estação	Alta Estação
Custo de produção	7,00	7,00	5,00	5,00
Transp. Rodoviário	-	-	42,00	45,00
Frete Internacional	19,00	17,00		
AFRMM	4,75	4,00		
Custos portuários	9,50	9,50		
Seguro/Outros	0,66	0,66		
<i>Total</i>	<i>40,91</i>	<i>38,16</i>	<i>47,00</i>	<i>50,00</i>

*Fonte: Adaptado de SINDUSGESSO*

*Nota: ICMS, IPI, PIS, PASEP excluídos*

De acordo com uma pesquisa realizada por Andrade (2015), o destino mais comum das vendas de produtos relacionados à gipsita do Araripe é o Brasil, não tendo registro de transações com empresas estrangeiras, o que pode ser explicado pela dificuldade logística de escoamento dos produtos. No Brasil, devido à grande malha rodoviária, tem-se o sistema

logístico fortemente ligado à ampliação ou melhoria da infraestrutura desse modal. A Mapa 3 ilustra um mapa contendo as malhas ferroviárias e rodoviárias de Pernambuco, em que a malha rodoviária prevalece na região.



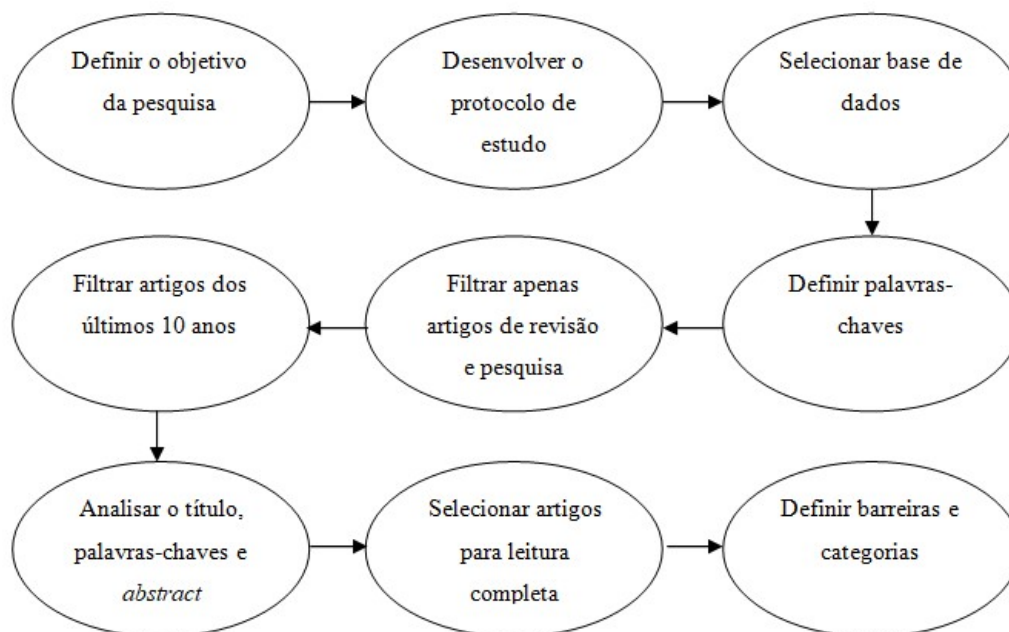
*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

Dentro da problemática do gerenciamento logístico, o transporte representa parte significativa dos custos, sendo que o transporte ferroviário leva vantagem econômica quando se comparado ao rodoviário, pois apresenta baixo custo do combustível em relação aos outros tipos de transportes em viagens de longa distância, além da redução do tempo no transporte e maior capacidade (BALLOU, 2006). Entretanto como visto na Mapa 3, o estado de Pernambuco apresenta uma predominância da malha rodoviária, fazendo com o que haja um aumento considerável no preço do produto final.

#### **4.2 Coleta de Dados para a Revisão da Literatura**

Devido à dificuldade de encontrar referências sobre o tema de estudo foi percebida a necessidade de realizar uma revisão da literatura, para identificar as barreiras logísticas do APL de Gesso. O Fluxograma 3 apresenta as etapas da revisão realizada.

Fluxograma 3 - Etapas da revisão da literatura



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Inicialmente foi necessário definir o objetivo da pesquisa para desenvolver um protocolo de estudo onde foi feita a elaboração da pergunta de pesquisa, que tem como intuito realizar uma análise das relações de causa-efeito de interações entre as barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano. Em seguida foi feita uma busca na literatura, e a base de dados escolhida para o estudo foi a *Science Direct*, por ser uma base de dados internacional, com artigos revisados por pares, contendo as principais revistas na área de concentração da pesquisa.

Para a análise, foram escolhidos dois conjuntos de palavras chaves: (i) “*Barrier logistic Brazil MCDM*” e (ii) “*Barrier logistic Brazil minerals*”, para realizar a seleção dos artigos e extração dos dados, visto que após a inserção dessas palavras chaves a quantidade de artigos foi satisfatória. Foram encontrados 601 resultados e em seguida, foram filtrados apenas artigos de revisão e pesquisa dos últimos 10 anos, para mostrar a relevância do tema e a constante atualização da abordagem do assunto. Nesta fase, foram excluídos capítulos de livros e enciclopédias, resultando 275 artigos para a avaliação da qualidade metodológica. Depois de analisar o título, as palavras chaves e os resumos, foram selecionados 99 artigos que tratavam e listavam barreiras logísticas, sendo que 33 contribuíram diretamente para a escolha das barreiras e categorias, onde foram analisadas as barreiras logísticas que condiziam com a realidade envolvida no APL de Gesso, já que muitos dos artigos descartados tinham o enfoque em barreiras logísticas estritamente voltadas a análise ambiental.

### 4.3 Revisão da Literatura sobre Barreiras Logísticas para o APL de Gesso pernambucano

Para realizar o levantamento das barreiras logísticas do polo gesseiro do Araripe, inicialmente foi realizada uma revisão da literatura e em paralelo foi feita uma análise documental de relatórios técnicos do Ministério de Minas e Energia, descritas no tópico 4.2. Sendo assim, a Tabela 7 apresenta as potenciais barreiras logísticas identificadas para o APL de Gesso de Pernambuco.

*Tabela 7 - Potenciais barreiras logísticas do APL de Gesso de Pernambuco*

<b>Categorias</b>	<b>Barreiras</b>	<b>Referências</b>
C1 Organizacional	B1 Baixo comprometimento da gerência	1,3, 5, 7, 8, 10, 11, 13, 15, 16, 18, 20, 32, 34.
	B2 Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas	1, 4, 5, 7, 10, 11, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 26, 33,
	B3 Falta de sistemas de informação	1, 5, 10, 13 16, 21, 32.
	B4 Falta de padronização nas atividades logísticas e metas bem definidas	5,15, 19, 21, 25, 33.
	B5 Falta de recursos e infraestrutura	1, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 25, 27, 33.
	B6 Falta de um sistema de mensuração de desempenho logístico adequado	1, 10, 11, 15, 18, 19.
	B7 Roteirização e programação de veículos ineficiente	1, 7, 9, 13, 23.
	B8 Alto custo com transporte e com a manutenção dos modais	1, 3, 9, 12, 13, 37.
	B9 Falta de mão de obra qualificada	3, 5, 8, 10, 16, 20, 21, 37.
	B10 Inexistência de uma análise da logística e comércio exterior	10, 15, 16, 28, 29, 37.
C2 Governamental	B11 Falta de suporte de políticas econômicas e leis executáveis	1, 2, 5, 8, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 27, 33, 34.
	B12 Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção	6, 9, 12, 19, 24, 31, 36.
	B13 Atraso nas obras da transnordestina	35, 36, 37.
	B14 Falta de investimento financeiro público	1, 5, 14, 21, 23, 31,
	B15 Instabilidade nos preços e flutuações econômicas	29, 37.
	B16 Baixa qualidade das rodovias	6, 12, 36.
	B17 Dependência do transporte rodoviário	9, 12, 24, 36, 37.
	B18 Falta de suporte logístico marítimo e ferroviário	22, 30.
	B19 Corrupção	6, 7, 27.
C3 Gestão da cadeia de suprimentos	B20 Baixa integração da cadeia de suprimentos	1, 5, 10, 11, 15, 16, 25.
	B21 Falta de percepção dos clientes e fornecedores sobre o impacto da logística	1, 15, 18, 16, 21.
	B22 Falta do entendimento do compartilhamento de boas práticas (Benchmarking)	1, 5, 15.
	B23 Falta de dados históricos e informações logísticas disponíveis	15, 18, 19, 20, 22, 26, 31.

**Legenda:** 1. Prajapati et al. (2019a); 2. Ross et al. (2011); 3. Gardas et al. (2019); 4. Cesar e Batalha (2010); 5. Ansari et al. (2019); 6. Christ e Ferrantino (2011); 7. Shankar et al. (2018); 8. Gupta (2018); 9. Kazancoglu et al. (2018); 10. Bouzon et al. (2018); 11. Govindan e Bouzon (2018); 12. Browne et al. (2012); 13. Gardas et al. (2018); 14. Ansari e Kant (2017); 15. Bouzon et al. (2016); 16. Kusi-Sarpong e Sarkis (2016); 17. Wang et al. (2016); 18. Govindan et al. (2016); 19. Xia et al. (2015); 20. Bouzon et al. (2015); 21. Van der Loeff et al. (2018); 22. Souza et al. (2018); 23. Prasad (2018); 24. Yusuf et al. (2013); 25. Seth et al. (2018); 26. Jia et al. (2018); 27. Awan et al. (2018); 28. Sehnem e Oliveira (2017); 29. Ng et al. (2013); 30. Galvao et al. (2013); 31. Guarnieri



et al. (2016); 32. Musa e Chinniah. (2016); 33. Subramanian e Gunasekaran (2015); 34. MME (2009); 35. SINDUSGESSO (2014); 36. Araújo (2010).

*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

Como visto na Tabela 7, as barreiras selecionadas foram divididas em três categorias, devido às características das barreiras encontradas e baseadas nas particularidades do APL de Gesso Pernambucano. As barreiras da categoria organizacional são detalhadas na Tabela 8.

*Tabela 8 - Descrição das potenciais barreiras organizacionais do APL de Gesso de Pernambuco*

<b>Barreira Organizacional</b>	<b>Descrição</b>
B1 Baixo comprometimento da gerência	Refere-se à resistência a mudança por parte da gerência, em diversos setores, como relata Dube e Gawande (2016), que os gerentes mostram resistência à adoção de tecnologia avançada ou inovações. De acordo com Andrade e Moutinho (2017) existe uma frágil atuação de atores inovativos e baixos índices de inovação na região do APL de Gesso Pernambucano o que reduzem as perspectivas do setor. Então, para que a gestão da cadeia de suprimentos seja implementada de forma eficaz, é necessário que haja o apoio da alta administração e o comprometimento de todos os atores envolvidos com as políticas ambientais (WU e CHANG, 2015);
B2 Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas	Diz respeito à falta de tecnologias atuais, sendo que as restrições financeiras e resistência à adoção de tecnologia avançada é um impedimento para o desenvolvimento logístico (DUBE e GAWANDE, 2016);
B3 Falta de sistemas de informação	Sugere uma falta ou incompatibilidade dos sistemas de informação, gerando problemas na integração organizacional, onde foi constatado por Candido et al. (2018) que as empresas do APL de gesso pernambucano não utilizam sistemas de informação para melhoria da comunicação entre os funcionários. Outros autores confirmaram que problemas de conectividade com tecnologias de informação, como incompatibilidade de sistemas de TI e Suporte de TI inadequado, influenciam no desempenho logístico (RAVI e SHANKAR, 2005; SHARMA et al., 2011);
B4 Falta de padronização nas atividades logísticas e metas bem definidas	Onde há uma ausência de procedimentos padrões, metas e objetivos alinhados com a gerência. Barreira que foi identificada pelo SEBRAE e a SINDUSGESSO, informando que existe uma falta de uniformidade dos produtos do APL, uma ausência de Normas Técnicas e Certificação para o Setor Logístico e da produção (SINDUSGESSO, 2006);
B5 Falta de recursos e infraestrutura	Onde consta uma infraestrutura deficiente e falta de recursos necessários. A falta de instalações internas é uma barreira que impede as operações logísticas de funcionarem de forma eficiente e eficaz (Wang e Sun, 2005). Abdulrahman et al. (2014) afirmam que as empresas sofrem com a combinação de uma falta de sistemas para monitorar retornos e a falta de instalações internas (armazenamento, equipamentos e veículos) como uma forte barreira para a implementação de uma logística eficiente;
B6 Falta de um sistema de mensuração de desempenho logístico adequado	Barreira que mostra uma ausência da padronização das definições de indicadores para medir o desempenho logístico. Janse et al. (2010) observaram que é uma barreira pertinente já que gerentes relatam dificuldades em medir e gerenciar o verdadeiro desempenho de dados relacionados à logística;
B7 Roteirização e programação de veículos ineficiente	Não há o uso consolidado de técnicas para otimização de rotas e veículos adequada ou eficiente. Bojarski et al. (2009) enfatizam que um melhor planejamento e dimensionamento da cadeia de suprimentos podem gerar impactos econômicos positivos, sendo importante o uso de tecnologias e métodos para melhorar a roteirização e programação de rotas;

B8	Alto custo com transporte e com a manutenção dos modais	A região apresenta altas taxas para efetuar o transporte estadual e interestadual e consta com a necessidade de realizar manutenção frequente nos modais rodoviários;
B9	Falta de mão de obra qualificada	Tendo uma baixa quantidade de profissionais treinados e qualificados para as operações logísticas. Skapa (2011) afirma que as empresas lutam para encontrar consultoria e pessoas qualificadas para o campo logístico. Já Mitra (2011) e Mothilal et al., (2012) descreveram que existe uma falta de profissionais qualificados em economias emergentes na área logística. Dados que são reafirmados pelo Peres et al., (2014) afirmando que existe uma falta de profissionais qualificados para aplicação de gesso no mercado contexto do APL Pernambucano;
B10	Inexistência de uma análise da logística e comércio exterior	Consta-se uma dificuldade de exportação do produto devido ao alto custo do produto final. Onde dados da pesquisa em campo realizada por Andrade (2015), afirmam que as PME analisadas não realizavam exportações para outros países, devido ao alto custo envolvido, falta de investimento e análise de viabilidade para internacionalização dos produtos. Sousa e Clemente (2018) destacam algumas dificuldades que as empresas do APL de Gesso de Pernambuco enfrentam, como (i) dificuldades no acesso e qualidade dos serviços de apoio a promoção das exportações; (ii) burocracia tributária e alfandegária; (iii) dificuldade de encontrar compradores e estabelecer um relacionamento comercial; (iv) custos altos de armazenagem, transporte interno (fábrica-porto) e frete internacional; (v) dificuldade no financiamento para investir nos produtos e processos; (vi) falta de conhecimento dos mercados externos.

*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

A segunda categoria é a governamental, as barreiras selecionadas nessa categoria são descritas na Tabela 9.

*Tabela 9 - Descrição das potenciais barreiras governamentais do APL de Gesso de Pernambuco*

<b>Barreira Governamental</b>	<b>Descrição</b>	
B11	Falta de suporte de políticas econômicas e leis executáveis	Onde há uma falta de regulações e diretrizes que suportem o desenvolvimento da logística do pólo gesseiro e de incentivos fiscais, como a redução do ICMS. A região apresenta ineficiência com relação ao estado como controlador e fiscalizador da geração de riquezas e comércio da região, como também existem legislações em outros estados que dificulta o ingresso do gesso de PE, apresentando falta de política de crédito específica para o setor (ITEP, 2014);
B12	Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção	Onde é visto que há problemas com as estradas, com a escassez de modais e um alto custo associado. De acordo com dados do ITEP (2014) o sistema de transporte é ineficiente para escoamento da produção, uma vez que o gesso produzido no Araripe tem seus custos acrescidos em média 100% por tonelada para cada km percorrido, o que impacta o preço do produto final em 80 a 90%, em função da distância do APL do gesso em relação aos principais consumidores do país;
B13	Atraso nas obras da transnordestina	Sendo o atraso na construção da transnordestina, que tem como objetivo a construção de uma rede ferroviária para interligar o porto de Pecém (CE) como porto de Suape (PE), que iria ser benéfico na redução de custos logísticos, pois, sua conclusão, bem como o início de sua operacionalização, poderá ser uma oportunidade para a redução dos custos do frete, conseqüentemente, o produto chegaria mais barato e mais competitivo ao seu consumidor final; o que pode ser uma

oportunidade. Entretanto, a controvérsias a essa afirmação dado que alguns especialistas consideram como uma ameaça, pois nada impede que as indústrias beneficiem a gipsita, longe do território do APL do Araripe, transportando apenas a matéria-prima (ANDRADE et al., 2013);

B14	Falta de investimento financeiro público	Que se refere a uma falta de incentivo e investimento das empresas públicas. Os investimentos que existem na região são sobre responsabilidades do SEBRAE que atua no APL com o objetivo de promover a competitividade e a sustentabilidade dos micros e pequenos negócios, estimulando processos locais de desenvolvimento; e do ITEP que é responsável pela capacitação dos profissionais, entretanto foi observado na pesquisa de Andrade (2015) que maioria das indústrias de micro, pequeno e médio portes entrevista das desconhecem políticas voltadas para o ramo em que atuam sejam aquelas, políticas advindas dos governos federal, estadual ou municipal;
B15	Instabilidade nos preços e flutuações econômicas	Tendo preços instáveis devido a flutuações econômicas que existem na região e no País. Sendo que a produção é extremamente sensível às mudanças e influência de mercado, principalmente quando ligados à construção civil que é o principal cliente, logo a demanda por produtos derivados do gesso destinados a este setor também sofreu diminuições (ARRUDA e SILVA FILHO, 2018);
B16	Baixa qualidade das rodovias	Apresentando um acesso restrito e rodovias com buracos e má sinalização. A região do Araripe tem um potencial limitado pela falta de alternativas de transporte, que se restringe ao transporte rodoviário, e, ainda enfrenta a deficiência das rodovias inconclusas e pouco conservadas que limita a produção do gesso (ANDRADE, 2015);
B17	Dependência do transporte rodoviário	Tendo pouca existência de outros modais mais econômicos e rápidos, sendo que a malha modal é basicamente a rodoviária. Sharma et al., (2011) comenta que a baixa variedade de modais disponíveis leva a custos inesperados, impactando diretamente do preço de venda do produto. Os produtos desse APL são transportados por meio de cargas que são movimentadas em rodovias, pela falta de ferrovias, o alto preço do modal rodoviário, faz com que o APL perca forças em sua competitividade, além do surgimento de outros pólos gesseiros, aumentando sua concorrência (ANDRADE e MOUTINHO, 2017);
B18	Falta de suporte logístico marítimo e ferroviário	Apresentando obras ferroviárias atrasadas e altas taxas para utilização de portos e transporte. O transporte marítimo é uma modalidade que exerce seu papel complementar, possibilitando a circulação dos produtos do APL Gesseiro para o exterior e demais regiões do país. No Nordeste, destacam-se os portos de Recife e Suape, em Pernambuco, de Salvador, na Bahia, e Fortaleza, no Ceará. (Araujo, 2010);
B19	Corrupção	Que se refere a desvios de verbas, obras inacabadas, congelamento de obras devido às irregularidades e atrasos recorrentes.

---

*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

A última categoria é de gestão da cadeia de suprimentos, as barreiras selecionadas nessa categoria são detalhadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Descrição das potenciais barreiras da gestão da cadeia de suprimentos do APL de Gesso de Pernambuco

	<b>Barreira Governamental</b>	<b>Descrição</b>
B20	Baixa integração da cadeia de suprimentos	Referindo-se a falta de suporte e coordenação entre os integrantes da cadeia de suprimentos, apresentando uma falta de entendimento dos atores e uma alta dependência de parceiros específicos de fornecimentos (MATHIYAZHAGAN e HAQ, 2013; RAUER e KAUFMANN, 2015). De acordo com Candido et al. (2018), essas dificuldades são registradas no APL de gesso, muitas vezes, por barreiras operacionais indicadas, ineficiência da rede de modais dos serviços logísticos que influenciam diretamente todas as operações e relacionamentos da cadeia de suprimentos. Segundo Mitra e Datta (2014), a colaboração dos fornecedores é crucial para a eficiência das práticas logísticas, uma vez que auxilia a empresa a obter melhores desempenhos operacionais, em termos de flexibilidade, prazos de entrega, qualidade e custo.
B21	Falta de percepção dos clientes e fornecedores sobre o impacto da logística	Onde há um baixo entendimento dos integrantes da cadeia de suprimentos sobre a importância de um planejamento logístico, apresentando uma coordenação e apoio aparentemente deficientes no CS que configuram como um impedimento para a implementação e gestão da CS. As práticas de cooperação com os clientes também exercem impactos significativos no desempenho organizacional, reforçando a intensidade competitiva da empresa (SODA et al., 2015).
B22	Falta do entendimento do compartilhamento de boas práticas (Benchmarking)	Apresentando dificuldade de obter informações sobre as atividades que outras empresas praticam (comparação) que possam impulsionar as atividades logísticas. De acordo com Wu et al. (2010) a troca de informações entre os atores envolvidos na cadeia garante o sucesso do processo de melhoria nas operações logísticas. Sendo assim, o processo de comunicação entre as partes envolvidas se torna um importante mecanismo para a competitividade empresarial (WOO et al., 2016), que pode ser impulsionado por práticas de Benchmarking;
B23	Falta de dados históricos e informações logísticas disponíveis	Sendo a ausência de compartilhamento de informações e dados devido à falta de confiança entre os elos e um armazenamento dos dados existentes de forma ineficiente. Alguns autores destacaram a relutância em apoiar revendedores, distribuidores e varejistas por parte de PME (Ravi e Shankar, 2005; Sharma et al., 2011), sendo fundamental o compartilhamento de dados e informações ao longo da cadeia de suprimentos.

Fonte: Esta Pesquisa (2020)

#### 4.4 Conclusões do Capítulo

O Capítulo 4 teve como objetivo identificar e descrever as barreiras logísticas para as empresas do APL de Gesso Pernambucano. Inicialmente, para facilitar o entendimento da problemática, foram expostas algumas características socioeconômicas e geográficas sobre o APL em estudo. Onde foi possível observar a importância da extração e da produção de gesso para a região, que produz 95% do gesso consumido no país, contendo jazidas que são consideradas como as de minério de melhor qualidade no mundo e apresentam excelentes condições de mineração. Vale ressaltar que as cidades que compõe o APL de Gesso

pernambucano, Araripina, Bodocó, Trindade, Ipubi e Ouricuri, são as cidades que apresentam valores mais altos para o PIB da região.

Entretanto, existem alguns entraves que limitam a efetividade de produção da região, principalmente de cunho logístico. Então, dada a relevância do setor, e com intuito de realizar um levantamento das principais barreiras logísticas da região, foi realizada uma revisão da literatura. Para a revisão, foi realizada uma busca na literatura existente, para selecionar artigos que possam contribuir para a identificação dessas barreiras. Dessa maneira foram levantadas 23 barreiras, que foram categorizadas em barreiras organizacional, governamental e barreiras voltadas à gestão da cadeia de suprimentos.

Foi visto que, a complexidade da gestão dos modais e estruturas de transportes no Brasil tem como principal variável causal, a dispersão geográfica entre pontos de produção e de consumo na cadeia de suprimentos. E que o sistema de transporte é ineficiente para escoamento da produção, uma vez que o gesso produzido no Araripe tem seus custos acrescidos em média 100% por tonelada para cada quilômetro percorrido, o que impacta o preço do produto final em 80 a 90%, em função da distância do APL do gesso em relação aos principais consumidores do país (SINDUSGESSO, 2014). Para realizar uma análise de influência e de relevância dessas barreiras encontradas será aplicado um o método Grey-DEMATEL para medir as inter-relações entre essas barreiras e assim classificá-las em barreiras primárias ou secundárias e mensurar o grau de importância por diferentes perspectivas.

## ***5 ANÁLISE SOBRE AS BARREIRAS LOGÍSTICAS NO APL DE GESSO DE PERNAMBUCO***

Neste Capítulo, será apresentada uma análise sobre as barreiras logísticas do APL de gesso Pernambucano, utilizando o Grey-DEMATEL, englobando as perspectivas governamental, cliente, acadêmica e organizacional. A análise de cada perspectiva será feita individualmente, com o intuito de analisar as principais barreiras do APL. Serão apresentados os pontos de vistas de cada especialista para determinada área e em seguida uma comparação entre as perspectivas. Com o propósito de facilitar aplicação do método e suas iterações, foi implementado um algoritmo, e no capítulo será apresentado o pseudocódigo que foi desenvolvido.

### **5.1 Pseudocódigo do Grey-DEMATEL**

Os pseudocódigos são a convergência entre a ideia de confecção de algoritmos com as regras formais que envolvem uma linguagem (LIMA e MEIRELLES, 2015). Segundo Mota et al. (2008), os pseudocódigos são uma forma genérica de escrever um algoritmo, utilizando uma linguagem mais informal, podendo ser entendida por qualquer pessoa, sem necessidade de conhecer a sintaxe de nenhuma linguagem de programação. O uso do pseudocódigo também pode auxiliar a escrever um programa menor e mais fácil de ser entendido. Sendo assim, segue o pseudocódigo desenvolvido para auxiliar nas iterações do método Grey-DEMATEL.

```

IMPORTAR Dados
IMPRIMIR Dados
VARIÁVEIS
#Vetores
Vsup, Linha_sup, Linha_inf, Matrix_sup, Matrix_inf, Matrix_n_inf,
Matrix_sup_n, R(i), D(i), P(i), E(i).
#Matrizes
Matrix_Y(i,j), Matrix_Z(i,j), Matrix_N(i,j), Matrix_T(i,j)
#Transformação da escala linguística para os valores superiores e inferiores
#da teoria grey
PARA coluna em Dados
  PARA item em coluna
    Vsup← item/4
    SE item = 0 ou item = 1
      Linha_sup← 0
    SENÃO
      SE item = 2
        Linha_inf← 0,25
      SENÃO
        SE item = 3

```

```

        Linha_inf← 0,5
    SENÃO
        Linha_inf← 0,75
    Matrix_sup←linha_sup
    Matrix_inf←linhainf
    #Normalização dos limites superiores e inferiores dos números grey
    Min_sup← valor mínimo de cada coluna da Matrix_sup
    Max_sup← valor máximo de cada coluna da Matrix_sup
    Min_inf← valor mínimo de cada coluna da Matrix_inf
    Max_inf← valor máximo de cada coluna da Matrix_inf
    Matrix_inf_n← (item-Min_inf)/(Max_sup-Min_inf)
    Matrix_sup_n← (item-Min_sup)/(Max_sup-Min_inf)
    # Determinação de um número crispy. total normalizado, (Matriz de Y)
    Matrix_Y(i,j)← (Matrix_inf_n(i,j)*(1-Matrix_inf_n(i,j)))+(Matrix_sup_n(i,j)
    *Matrix_sup_n(i,j))/(1-Matrix_inf_n(i,j)+Matrix_sup_n(i,j))
    # Determinação de um número crispy final (Matriz de Z)
    Matrix_Z(i,j) ← (Min_inf+(Matrix_y(i,j)*(Max_sup-Min_inf))
    #Determinação do Valor de s, que é o inverso do valor máximo do somatório
    #das linhas da matriz
    s ← 1/(Valor máximo da soma das linhas de Matrix_Z)
    #Normalização da matriz final de Z, obtida pela multiplicação de s e da
    #matriz Z inicial (Matriz N)
    Matrix_N(i,j) ← s*Matrix_Z(i,j)
    #Obtenção da matriz de relação total (Matriz T)
    Matrix_T(i,j) ← (Matrix_N(i,j)*(Matrix_N(i,j)-Matriz identidade de N))-1
    #Valor de R e D (Onde R indica a soma da influência que o elemento da
    #matriz T exerce sobre outros elementos, enquanto C indica a soma da
    #influência recebida pelo elemento Tj de outros elementos.
    R(i) ←∑matrix_T(i)
    D(i) ←∑matrix_T(j)
    #Determinação da importância global (Pi) do fator i e efeito líquido Ei
    P(i) ← R+D
    E(i) ← R-D
    #Plotar Gráfico de dispersão
    PLOTAR P(i), E(i)

```

## 5.2 Análise da Perspectiva Governamental

Com o propósito de explorar diferentes perspectivas para análise das barreiras logísticas no contexto do APL de Gesso Pernambucano, foram identificados especialistas para facilitar o entendimento da problemática e realizar a aplicação de questionários para medir a influência entre as barreiras selecionadas na revisão da literatura.

Na perspectiva governamental, foi consultada uma Engenheira Civil que trabalha no departamento de rodagens e estradas, e possui ampla experiência com relação às malhas de transporte de Pernambuco. Com auxílio do questionário, apresentado no Apêndice A, foram mensuradas a influência entre cada barreira. Uma das saídas do método Grey-DEMATEL, é uma matriz  $T_{ij}$ , de relação total entre as barreiras. Para a perspectiva governamental, na Tabela 11 são mostrados os resultados finais da matriz, mostrando os valores de R

(representando a soma das linhas da coluna da matriz  $T_{ij}$ ), D (representando a soma das colunas da matriz  $T_{ij}$ ), P (R+C) e E (R – C).

Para identificar quais barreiras são mais relevantes e como classificá-las em barreiras causais e barreiras de efeito, é necessário verificar os valores de P e E, as barreiras com altos valores de destaque ( $P_i$ ) afetam mais fortemente as outras barreiras, são barreiras que normalmente devem ser enfrentadas no curto prazo, uma vez que são barreiras centrais. As barreiras causais são as barreiras que apresentam um valor positivo para a diferença entre os somatórios das colunas com as linhas na matriz  $T_{ij}$ , representadas por  $E_i$ , enquanto que as barreiras secundárias são influenciadas pelas barreiras causais, apresentando um valor negativo para  $E_i$ .

*Tabela 11 - Resultados de R e D para a perspectiva governamental*

<b>Barreira</b>	<b>R</b>	<b>D</b>	<b>R+D (P)</b>	<b>R-D (E)</b>
B1	1,8962	1,7809	3,6771	0,1153
B2	1,9002	1,7376	3,6378	0,1627
B3	2,0829	1,4970	3,5799	0,5860
B4	2,0485	2,3831	4,4316	-0,3347
B5	2,1387	1,9767	4,1155	0,1620
B6	1,3356	2,1597	3,4953	-0,8241
B7	1,3815	2,6431	4,0246	-1,2616
B8	1,4448	2,1988	3,6436	-0,7540
B9	1,7935	1,5781	3,3716	0,2154
B10	1,1622	2,4963	3,6585	-1,3341
B11	2,4926	1,2566	3,7492	1,2359
B12	1,9425	1,8251	3,7675	0,1174
B13	1,6481	1,0843	2,7324	0,5638
B14	2,6610	0,9239	3,5848	1,7371
B15	0,4260	0,6397	1,0658	-0,2137
B16	1,4926	0,6427	2,1353	0,8498
B17	1,3645	1,5891	2,9536	-0,2247
B18	1,3673	1,1240	2,4913	0,2433
B19	0,7795	0,4953	1,2748	0,2842
B20	2,1559	3,1267	5,2825	-0,9708
B21	2,4964	1,9168	4,4133	0,5796
B22	1,9852	2,0593	4,0445	-0,0741
B23	1,4900	2,3507	3,8407	-0,8607

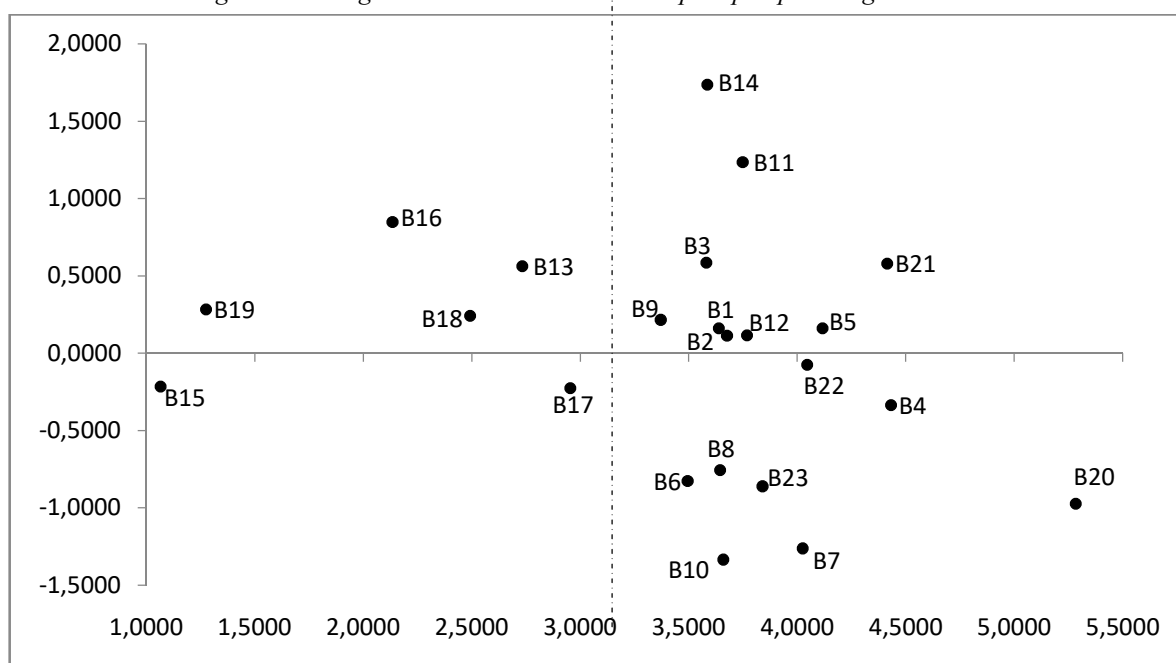
*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

Para melhorar a visualização e análise do problema, o método sugere a construção de um gráfico de dispersão com os valores de P (Importância global) e E (Efeito líquido). Sendo



assim, para classificar a relação de causa-efeito entre as barreiras é necessário analisar o valor da importância global que é identificado no eixo da ordenada do gráfico de dispersão, as barreiras causais são aquelas que apresentam valores positivos de E, sendo localizadas no eixo positivo, elas podem ser ordenadas de acordo com o valor de E. Para a perspectiva governamental as barreiras causais podem ser ordenadas como: B14>B11>B16>B3>B21>B13>B19>B18>B9>B2>B5>B12>B1, considerando os graus de importância considerados pela especialista, visualizadas na Diagrama 1.

Diagrama 1–Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva governamental



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Com auxílio dos resultados da Tabela 11 e da Diagrama 1, pode-se perceber que a Barreira 14 (Falta de investimento financeiro público) é tida como a barreira causal primária, pois tem o valor mais alto (R + C) e, portanto, essa barreira demonstra a maior correlação com outros fatores. Esse resultado pode ser fundamentado pela pesquisa de Barboza (2015), que comenta que o investimento realizado no Brasil em relação à infraestrutura não acompanhou o crescimento da produção, gerando gargalos logísticos para seu escoamento.

Outras barreiras tidas como causais, são a B11 (Falta de suporte de políticas públicas e econômicas e leis executáveis), seguida pela B16 (Baixa qualidade nas rodovias). Desde a formação do Polo Gesseiro do Araripe em 1960, não foram formalizadas barreiras institucionais, normativas, técnicas, fiscais, de volume de capital, ou internas de entrada ou saída, confirmando uma falta de suporte para com a região. Dessa forma, não existe um

controle fiscal, governamental ou privado que determine valores ou outras restrições fiscais em relação aos investimentos dos entrantes (ARRUDA e SILVA FILHO, 2018).

A Barreira 16 é classificada como causal, e foi constatado por Araujo (2010) que existem estruturas para o transporte que estão em estado de conservação comprometida e outros trechos inutilizados, precisando de restauração e ampliação para atender aos diversos segmentos da economia regional, onde as estradas de rodagem em melhores condições de tráfego se localizam principalmente no trecho de maior movimentação de cargas e passageiros, na Zona da Mata. Nesta, destacam-se a BR101, maior via de movimentação dentro do Estado e fora dele, e a BR 232, que foi o alvo principal do Governo Federal para realizar atividades de duplicação, trafegam por ela, a maior parte de veículos que se dirigem para as regiões do Agreste e Sertão (ARAÚJO, 2010).

As barreiras classificadas como secundárias, ou barreiras de efeito são: B22, B15, B7, B4, B8, B6, B23, B20, B7, B10, pois apresentam um valor negativo de E. A maioria das barreiras, com exceção das Barreiras 15 e 17, estão localizadas no quadrante IV, o que indica que têm alta proeminência (valor de P), mas baixa relação (chamados fatores de impacto ou receptores entrelaçados), que são impactados por outros fatores e não podem ser melhorados diretamente, embora apresentem uma alta importância para o setor.

Para realizar a análise de influência das barreiras, ou seja, selecionar quais barreiras são mais importantes, é necessário verificar o valor de P, que está representado pela a abscissa na Diagrama 1, as barreiras que estão mais à direita possuem um maior valor para P e são as barreiras consideradas mais importantes e influentes, paralelamente, as barreiras que possuem um menor valor para  $P_i$ , e que estão mais à esquerda, são as barreiras que impactam mais fracamente. De acordo com a especialista, para a perspectiva governamental, as barreiras mais importantes são B20>B4>B21>B5>B22>B7, sendo B20 a falta de integração na cadeia de suprimentos e B4 a falta de padronização das atividades logísticas as barreiras mais importantes, e B15<B19<B16<B18<B13 as menos importantes.

Nota-se que mesmo de uma perspectiva governamental, as seis barreiras consideradas como mais importantes não são da categoria governamental. Como é o caso da Barreira 20 (Baixa integração da cadeia de Suprimentos), que é considerada como a barreira mais importante e foi identificada como uma barreira de efeito. Dado que pode ser fundamentado pela pesquisa de O'Leary-Kelly e Flores (2002) que afirmam que a integração da cadeia de suprimentos é resultante de diversos fatores, e que a responsabilidade da integração é de todos os setores internos e externos de uma organização. Segundo Arruda e Silva Filho (2018), a falta de padronização (B4) e caracterização fazem com que o gesso do Araripe não tenha o

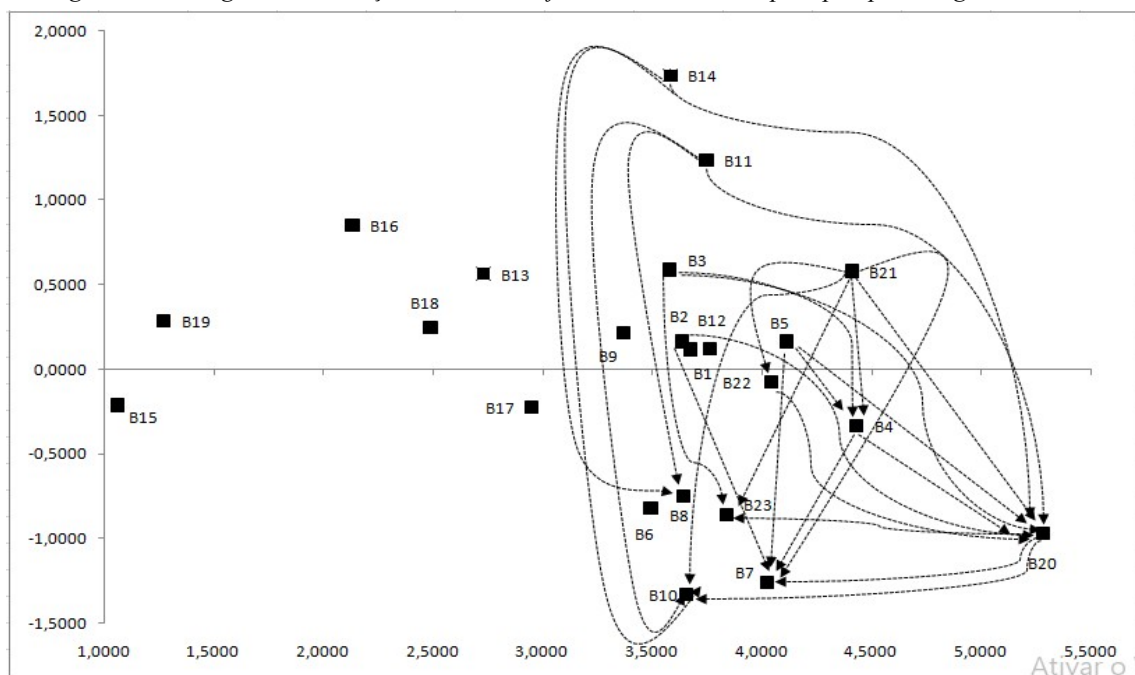
essencial para alcançar os padrões necessários de uniformização, já que cada empresa adota seu padrão de pesos e tamanhos.

Outra análise é que 17 das 23 barreiras foram alocadas nos quadrantes I e IV, indicando que 74% das barreiras foram classificadas como fatores causais e secundários de alta proeminência (alta importância), indicando uma tendência do especialista a verificar relações de influências entre a grande maioria das barreiras.

Para construir um gráfico que possa ilustrar melhor as relações entre as barreiras, foi utilizada a recomendação de (BOUZON et al., 2016) para calcular um limite, denominado  $\alpha$ , utilizando a média e o desvio padrão dos valores  $T_{ij}$  da matriz  $T$  para indicar os padrões existentes e realizar comparações pareadas. Para tanto,  $\alpha = 0,0746 + 2 * 0,0384 = 0,1514$ , que é o valor da média acrescida de 2 desvios padrão. As relações iguais ou maiores que o limite 0,1514 estão representadas na Diagrama 2, e estão destacadas em amarelo no Apêndice B, onde as linhas tracejadas representam a via de relacionamentos.

O gráfico traz uma interpretação visual muito rica, pois além de identificar quais barreiras são tidas como mais importantes, e a classificação delas em causal ou efeito, pode auxiliar na tomada de decisões de ações que possam influenciar mais amplamente em todas as barreiras. Como exemplificada na Diagrama 2, onde a Barreira 21 (Falta de percepção dos clientes e fornecedores sobre o impacto da logística) influencia em diversas outras barreiras.

*Diagrama 2 - Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva governamental*



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

A partir da Diagrama 2, é possível indicar ao decisor, por exemplo, que ações para mitigar os efeitos da barreira B21 podem apresentar impactos mais gerais e controlar o equilíbrio de influência dentre outras barreiras, e promover ações estratégicas de melhorias para o sistema logístico do APL de Gesso pernambucano, uma vez que o investimento no tratamento de determinada barreira impactará positivamente no tratamento das demais, tendo em vista a perspectiva de análise governamental.

### 5.3 Análise da Perspectiva do Cliente

Na perspectiva do cliente, foi consultado um Engenheiro Civil, que atua na área de compra de insumos derivados do gesso, realizando contato com empresas do Araripe Pernambucano. Para a coleta de dados, foi realizada uma entrevista, via telefone, com auxílio do questionário que foi enviado via e-mail, para realizar a mensuração da influência entre cada barreira de acordo com a perspectiva de um cliente.

Aplicando a metodologia proposta, a Tabela 12 apresenta os resultados finais da matriz total T, mostrando os valores de R (representando a soma das linhas da coluna da matriz  $T_{ij}$ ), D (representando a soma das colunas da matriz  $T_{ij}$ ), P (R+C) e E (R – C). Com auxílio desses resultados foi elaborado um gráfico, representado na Diagrama 3, onde são ilustradas as barreiras causais pela perspectiva do cliente que são ordenadas de acordo com o valor do Efeito líquido da matriz T: B1>B14>B9>B19>B11>B2>B3>B5>B18>B16>B13>B17>B10. As barreiras secundárias são as B12, B15, B6, B21, B4, B23, B22, B20, B7, B8.

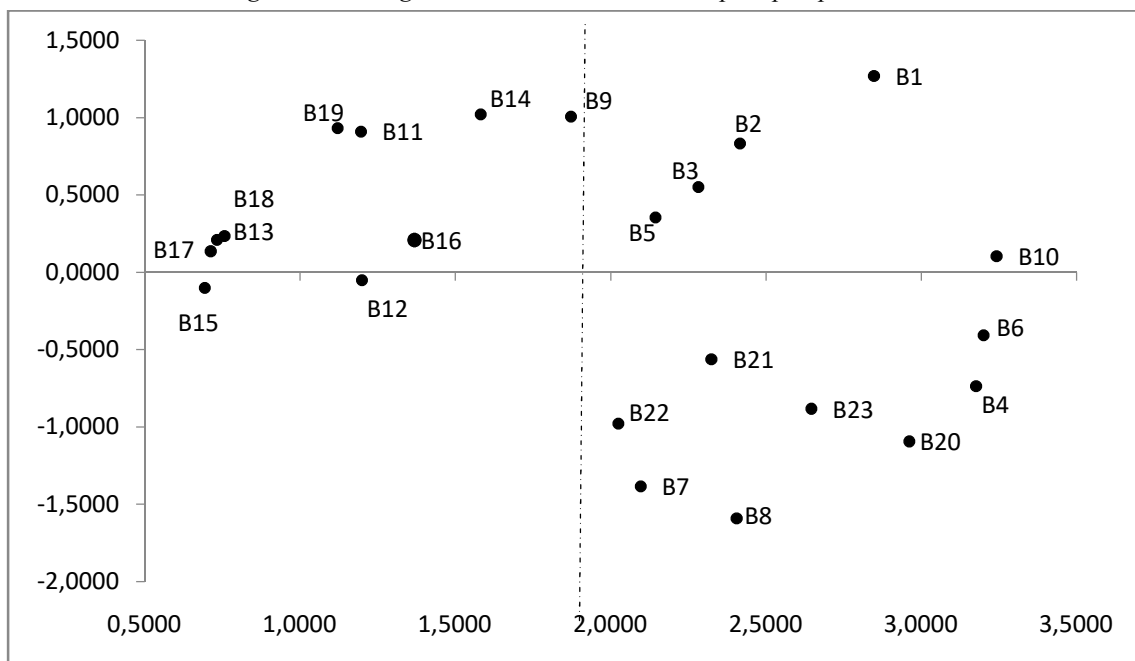
*Tabela 12 - Resultados de R e D para a Perspectiva do Cliente*

Barreira	R	D	R+D (P)	R-D (P)
B1	2,0587	0,7896	2,8483	1,2691
B2	1,6247	0,7916	2,4163	0,8331
B3	1,4167	0,8654	2,2821	0,5513
B4	1,2210	1,9560	3,1770	-0,7350
B5	1,2497	0,8942	2,1439	0,3554
B6	1,3970	1,8034	3,2005	-0,4064
B7	0,3570	1,7394	2,0964	-1,3824
B8	0,4088	1,9974	2,4063	-1,5886
B9	1,4395	0,4328	1,8723	1,0067
B10	1,6743	1,5689	3,2432	0,1054
B11	1,0533	0,1430	1,1963	0,9103
B12	0,5743	0,6245	1,1989	-0,0502
B13	0,4716	0,2608	0,7324	0,2108
B14	1,3016	0,2797	1,5813	1,0219
B15	0,2967	0,3961	0,6928	-0,0994

B16	0,7880	0,5798	1,3678	0,2082
B17	0,4242	0,2890	0,7132	0,1351
B18	0,4967	0,2608	0,7575	0,2359
B19	1,0263	0,0944	1,1208	0,9319
B20	0,9338	2,0273	2,9611	-1,0935
B21	0,8821	1,4427	2,3248	-0,5605
B22	0,5240	1,5008	2,0247	-0,9768
B23	0,8818	1,7643	2,6462	-0,8825

Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Diagrama 3 - Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva do cliente



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Para a perspectiva do cliente, a barreira B1 (Baixo comprometimento da gerência) foi considerada como a principal barreira causal, ou seja, a barreira que impacta mais fortemente nas outras, seguida da B14 (Falta de Investimento Financeiro Público) e da B9 (Falta de mão de obra qualificada).

O baixo comprometimento da gerencia B1, referindo-se a resistência a mudança é uma característica existente em diversos setores, no APL de gesso nota-se a existência de uma resistência dos empresários do APL com as relações entre fornecedores, onde apresentam dificuldades para mudança de fornecedores, pois além da escassez, existe também a questão do alto custo de mudança. Fato que é agravado pela Barreira 14, que mostra que existe uma falta de investimento público na região, onde o APL precisa de investimento para se modernizar e estimular novos empreendimentos. Dado que os incentivos privados e

governamentais são características favoráveis à rivalidade entre empresas e APL de outros estados. O apoio da SINDUSGESSO e a realização de pesquisas acadêmicas universitárias com intuito de contribuição científica são fundamentais para o desenvolvimento da região.

Com relação a Barreira 9, nota-se que existe uma precariedade de capital humano na microrregião do Araripe, o que reflete nos baixos níveis de renda, baixa produtividade e informalidade. Como sugestão a pesquisa de Arruda e Silva filho (2018) sugerem uma criação de programas de ensino e especialização da mão de obra local, o que daria a oportunidade de estímulo a competitividade das empresas do setor, crescimento econômico e a geração de empregos e renda no Polo Gesseiro do Araripe.

De acordo com as respostas do especialista, as barreiras classificadas como mais importantes são as barreiras  $B_{10} > B_6 > B_4 > B_{20} > B_1$  que apresentam um maior valor para  $P_i$ , e as com menor impacto são  $B_{15} < B_{17} < B_{13} < B_{18}$ . Pode-se observar que a barreira 10 (Inexistência de uma análise da logística e comércio exterior) foi considerada como a barreira mais importante para o crescimento da logística. Na pesquisa realizada por Arruda e Silva Filho (2018), os empresários do APL de Gesso afirmaram que os principais entraves para a expansão da exportação do gesso brasileiro no cenário internacional são a má logística do transporte que dificulta o escoamento da produção, a defasagem tecnológica que atrapalha o aumento da produtividade e falta de incentivos governamentais à exportação e importação.

O especialista também classifica algumas barreiras da categoria governamental como menos importantes para o estudo. Pode-se perceber na Diagrama 3, que as barreiras estão mais distribuídas entre os quatro quadrantes, sendo que 13 das 23 barreiras foram alocadas nos quadrantes I e IV, indicando que 56,5% das barreiras foram classificadas como fatores causais e secundários de alta proeminência (alta importância).

Para essa perspectiva, o gráfico das relações entre as barreiras é apresentado na Diagrama 4. Para indicar os padrões existentes e realizar comparações pareadas, são calculadas a média e o desvio padrão dos valores  $T_{ij}$  da matriz T, sendo  $\alpha = 0,0425 + 2 * 0,0413 = 0,1252$ , que é o valor da média acrescida de 2 desvios padrão. As relações iguais ou maiores que o limite 0,1252 estão representadas na Diagrama 4, e estão destacadas em amarelo no Apêndice C, onde as linhas tracejadas representam a via de relacionamentos.

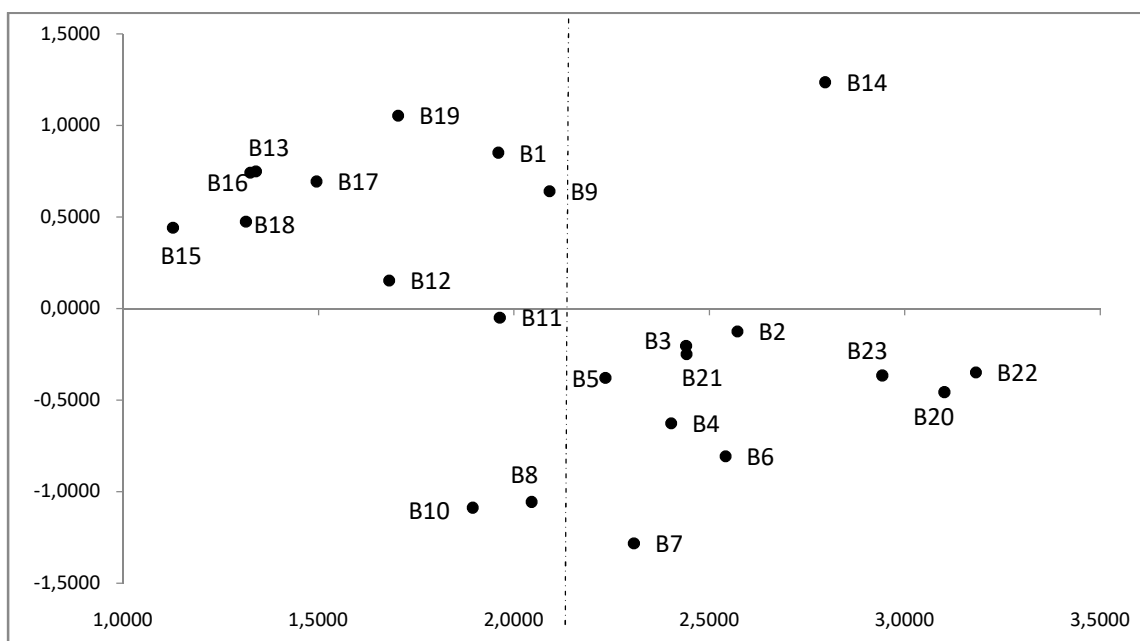


Tabela 13 - Resultados de R e D para a Perspectiva Acadêmica

Barreira	R	D	R+D (P)	R-D (E)
B1	1,4050	0,5546	1,9596	0,8504
B2	1,2234	1,3479	2,5713	-0,1245
B3	1,1186	1,3220	2,4406	-0,2035
B4	0,8877	1,5141	2,4018	-0,6264
B5	0,9279	1,3063	2,2342	-0,3784
B6	0,8670	1,6736	2,5406	-0,8066
B7	0,5128	1,7941	2,3069	-1,2813
B8	0,4940	1,5508	2,0449	-1,0568
B9	1,3657	0,7250	2,0907	0,6408
B10	0,4027	1,4912	1,8939	-1,0885
B11	0,9576	1,0064	1,9640	-0,0487
B12	0,9168	0,7636	1,6804	0,1532
B13	1,0337	0,2912	1,3249	0,7425
B14	2,0151	0,7806	2,7957	1,2345
B15	0,7851	0,3429	1,1279	0,4422
B16	1,0448	0,2952	1,3400	0,7495
B17	1,0938	0,4007	1,4944	0,6931
B18	0,8950	0,4196	1,3146	0,4754
B19	1,3784	0,3249	1,7033	1,0535
B20	1,3219	1,7792	3,1011	-0,4574
B21	1,0962	1,3449	2,4410	-0,2487
B22	1,4165	1,7644	3,1809	-0,3479
B23	1,2880	1,6544	2,9424	-0,3664

Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Diagrama 5- Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva acadêmica



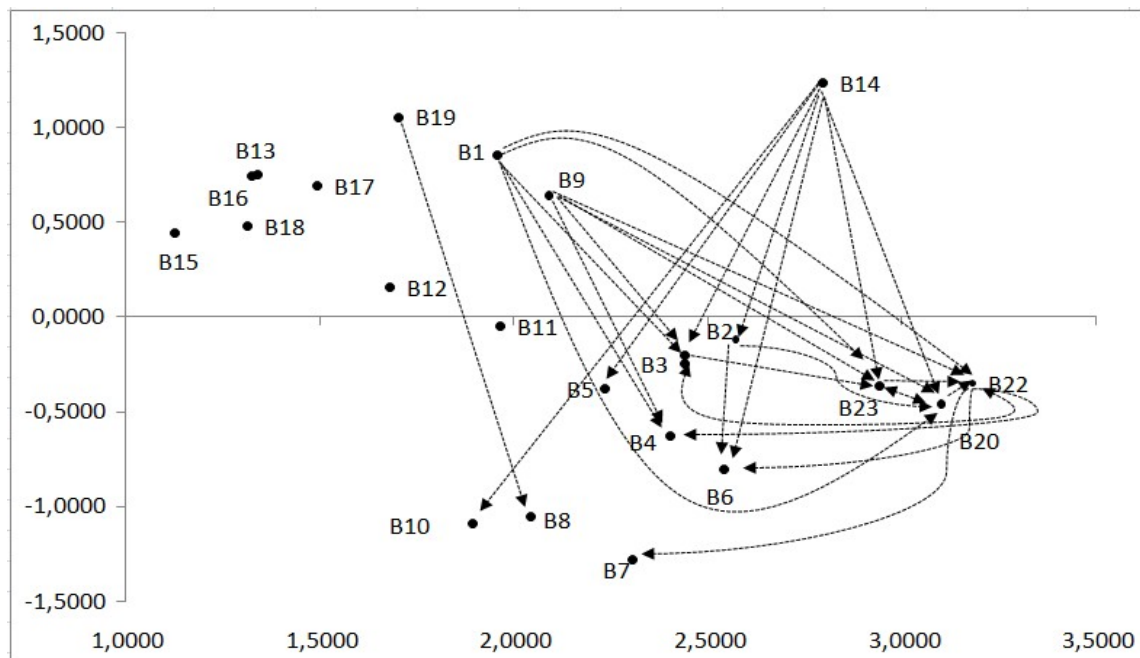
Fonte: Esta Pesquisa (2020)



De acordo com o especialista, as barreiras que apresentam maiores valores para  $P_i$ , são:  $B22 > B20 > B23 > B14 > B2 > B6$ . E as barreiras que impactam mais fracamente no desenvolvimento logístico são as barreiras  $B15 < B18 < B13 < B16 < B17$ . Na perspectiva do especialista a Barreira 22 (Falta do entendimento do compartilhamento de boas práticas) é a mais importante para melhorar a logística da região, o que é consistente com Ansari et al. (2019) que cita o *benchmarking* como um dos fatores críticos de sucesso para o desenvolvimento organizacional. Na Diagrama 5, as barreiras estão mais distribuídas entre os quatro quadrantes, sendo que 11 das 23 barreiras foram alocadas nos quadrantes I e IV, indicando uma porcentagem de 47,8% das barreiras foram classificadas como fatores causais e secundários de alta proeminência (alta importância).

Para essa perspectiva também foi construído um gráfico, ilustrado na Diagrama 6, para facilitar a visualização das relações entre as barreiras, onde foi calculado o limite  $\alpha = 0,0462 + 2 * 0,0297 = 0,1056$ , sendo  $\alpha$  o valor da média acrescida de 2 desvios padrão. As relações iguais ou maiores que o limite 0,1056 estão representadas na Diagrama 6, e estão destacadas em amarelo no Apêndice D, onde as linhas tracejadas representam a via de relacionamentos.

Diagrama 6 - Diagrama de relação de causa e efeito entre barreiras pela perspectiva acadêmica



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

## 5.5 Análise da Perspectiva Organizacional

Para realizar uma análise do ponto de vista organizacional, foi consultado um especialista que atua como gerente em uma PME situada em Trindade no estado de

Pernambuco. Foi realizada uma entrevista, via telefone, com auxílio do questionário ilustrado no Apêndice A. A metodologia proposta foi aplicada com o intuito de classificar as barreiras levantadas na revisão da literatura em barreiras primárias (causais) ou secundárias e para medir o grau de importância delas. Foi construída uma tabela indicando a matriz T para a perspectiva acadêmica, que pode ser visualizada no Apêndice E. Os principais resultados estão descritos na Tabela 14, em seguida foi feito um gráfico de relação entre as barreiras, que pode ser visualizado na Diagrama 6.

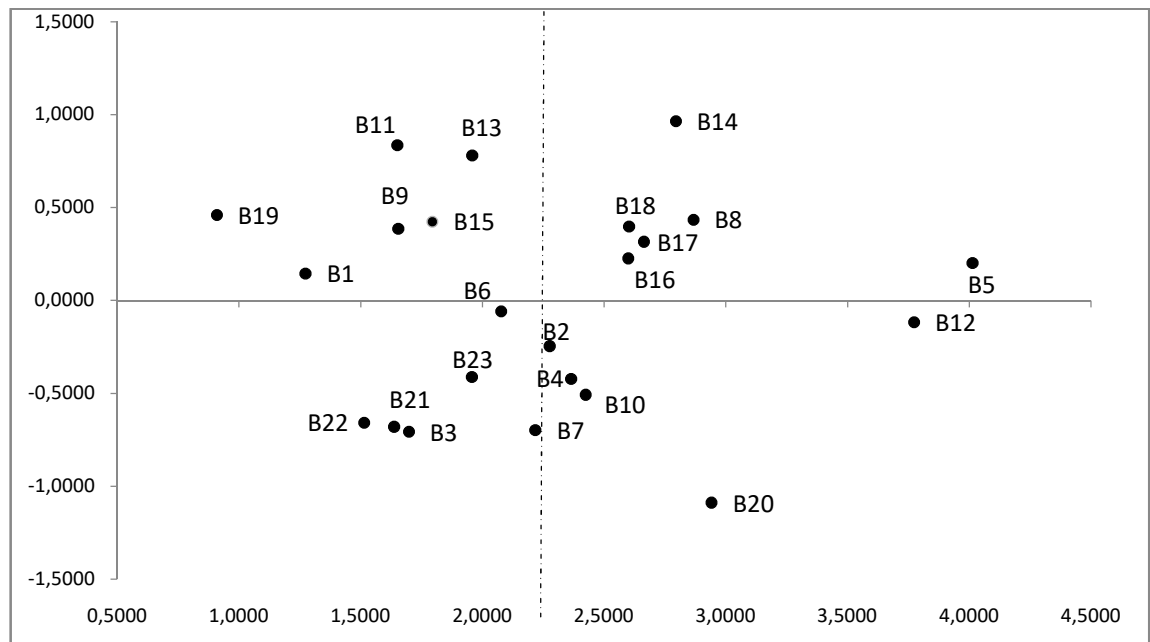
As barreiras causais na perspectiva organizacional podem ser ordenadas como: B14>B11>B13>B19>B8>B15>B18>B9>B17>B16>B5>B1, considerando valores positivos de R-D, efeito líquido, visualizados na Tabela14. As barreiras tidas como secundárias são: B6, B12, B2, B23, B4, B10, B22, B21, B7, B3 e B20.

*Tabela 14 - Resultados de R e D para a Perspectiva organizacional*

<b>Barreira</b>	<b>R</b>	<b>D</b>	<b>R+D (P)</b>	<b>R-D (E)</b>
B1	0,7098	0,5635	1,2733	0,1463
B2	1,0152	1,2615	2,2767	-0,2462
B3	0,4963	1,2015	1,6978	-0,7052
B4	0,9719	1,3927	2,3647	-0,4208
B5	2,1084	1,9055	4,0139	0,2029
B6	1,0095	1,0669	2,0764	-0,0573
B7	0,7607	1,4569	2,2176	-0,6962
B8	1,6512	1,2155	2,8667	0,4357
B9	1,0211	0,6338	1,6549	0,3873
B10	0,9580	1,4657	2,4237	-0,5077
B11	1,2436	0,4072	1,6508	0,8363
B12	1,8286	1,9440	3,7727	-0,1154
B13	1,3700	0,5883	1,9582	0,7817
B14	1,8802	0,9139	2,7941	0,9663
B15	1,1095	0,6842	1,7937	0,4254
B16	1,4123	1,1860	2,5983	0,2263
B17	1,4889	1,1735	2,6624	0,3154
B18	1,5010	1,1020	2,6029	0,3990
B19	0,6846	0,2235	0,9081	0,4611
B20	0,9260	2,0144	2,9405	-1,0884
B21	0,4788	1,1587	1,6375	-0,6798
B22	0,4286	1,0849	1,5135	-0,6563
B23	0,7734	1,1837	1,9570	-0,4103

*Fonte: Esta Pesquisa (2020)*

Diagrama 7 - Diagrama causal entre barreiras pela perspectiva organizacional



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

Com auxílio dos resultados da Tabela 14 e da Diagrama 7, pode-se perceber que a Barreira 14 (Falta de investimento público) foi tida como a barreira causal primária, a B11(Falta de suporte de políticas econômicas e leis executáveis) e B13 (Atraso nas obras da transnordestina), também foram classificadas como barreiras primárias do ponto de vista organizacional. Mesmo com os alguns incentivos do governo com o setor, a infraestrutura logística brasileira ainda se encontra defasada (DE ASSIS et al., 2019), pois existe uma carência de suporte de políticas econômicas e leis executáveis (B11) no APL de Gesso. É necessário desenvolver políticas públicas voltadas aos APL para que haja um aumento da competitividade dos agentes onde estes arranjos produtivos estão inseridos (DE OLIVEIRA e MARTINELLI, 2014).

De acordo com o especialista, as barreiras consideradas como mais importante, por apresentarem maiores valores para  $P_i$ , são:  $B5 > B12 > B20 > B14 > B8 > B14$ . E as barreiras que impactam mais fracamente para no desenvolvimento logístico são as  $B19 < B1 < B22 < B11 < B9$ . A Falta de recurso e infraestrutura (B5), é tida como a principal barreira pela perspectiva organizacional, pois impede as operações logísticas de funcionarem de forma eficiente e eficaz (WANG e SUN, 2005). O desenvolvimento da infraestrutura é fundamental para propiciar a obtenção da competitividade mundial, uma vez que a modernização afetaria diretamente na redução dos custos logísticos. Nos últimos 20 anos, os investimentos em infraestrutura somaram pouco mais que 2% do PIB brasileiro, uma porcentagem considerada

insuficiente quando comparado aos países adversários do comércio internacional, que geralmente investem até 10% do PIB (DE ASSIS et al., 2019).

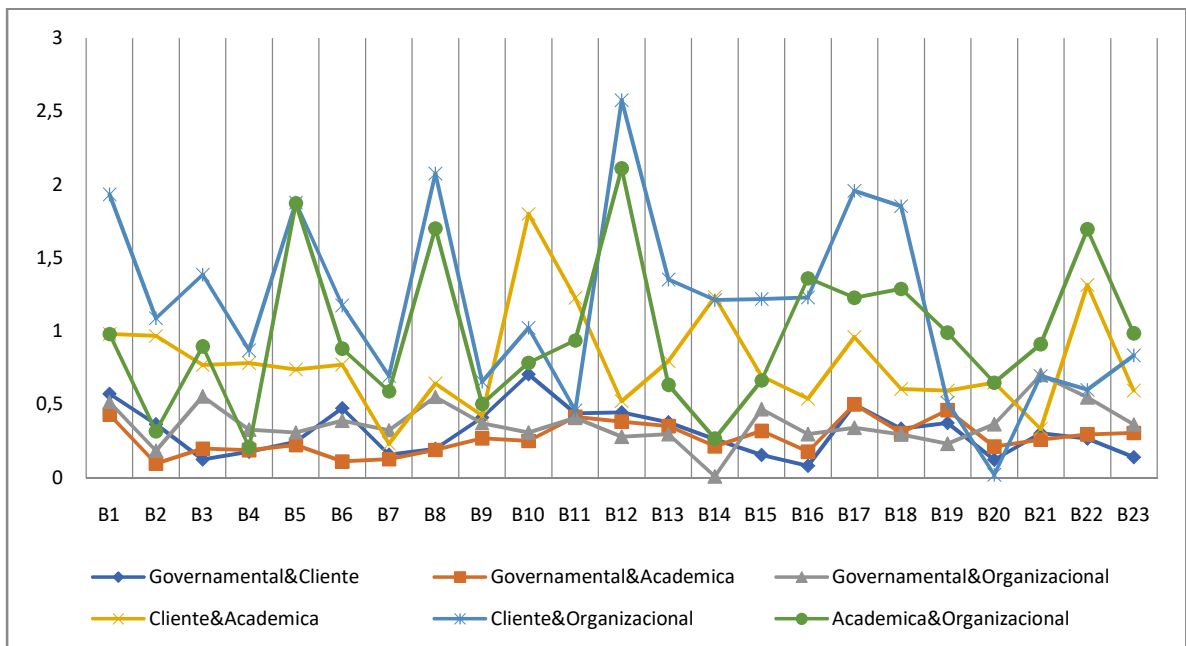
Outra barreira considerada com importante é o Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção (B12), uma das razões da existência dessa barreira é por que o modal rodoviário é o principal meio de escoamento utilizado no Brasil, que apresenta algumas desvantagens quando comparadas a outros modais, pois o frete rodoviário pode chegar a custar até três vezes mais do que o transporte ferroviário, possuindo também muitos fatores que trazem insegurança para esse tipo de frete (más condições de pavimentação das vias, roubos, etc.). Além do mais, apenas 11% das vias rodoviárias brasileiras são totalmente asfaltadas e a Confederação Nacional do Transporte (CNT) indica que 57% das rodovias mais importantes do país necessitam de reforma, provocando aumento na manutenção dos veículos (CNT, 2018).

Diferentemente das outras perspectivas, o especialista classifica três barreiras entre as quatro existentes da categoria de gestão da cadeia de suprimentos, como menos importantes para o estudo. Pode-se perceber na Diagrama 7, que as barreiras estão mais distribuídas entre os quadrantes II e III, sendo que apenas 8 das 23 barreiras foram alocadas nos quadrantes I e IV, indicando que 34,8% das barreiras foram classificadas como fatores causais e secundários de alta proeminência (alta importância).

Para a perspectiva organizacional, o gráfico das relações entre as barreiras é apresentado na Diagrama 8. Para indicar os padrões existentes e realizar comparações pareadas, são calculadas a média e o desvio padrão dos valores  $T_{ij}$  da matriz T, sendo  $\alpha = 0,0488 + 2*0,0280 = 0,1048$ , que é o valor da média acrescida de 2 desvios padrão. As relações iguais ou maiores que 0,1048 estão representadas na Diagrama 8, e estão destacadas em amarelo no Apêndice E, onde as linhas tracejadas representam a via de relacionamentos.



Gráfico 2 – Distâncias Euclidianas entre as avaliações dos especialistas para cada barreira



Fonte: Esta Pesquisa (2020)

### 5.6.1 Similaridades entre as perspectivas

Utilizando os dados obtidos pela distância euclidiana das comparações entre as perspectivas, pode-se perceber que as perspectivas governamental e acadêmica, representadas em laranja na Gráfico 2, apresentam maiores semelhanças em suas avaliações, sendo a diferença entre o valor máximo, representada pela Barreira 17, e o valor mínimo, representada pela Barreira 2 (Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas), de 0,4.

A maioria das distâncias euclidianas entre as avaliações do especialista em governo e a avaliação do especialista sobre a perspectiva do cliente estão abaixo de 0,6, o que demonstra que o governo e os clientes possuem critérios semelhantes para a avaliação das barreiras logísticas. O mesmo ocorre quando comparamos a perspectiva governamental e a acadêmica. Sendo assim, podemos perceber que a perspectiva governamental tem uma maior concordância com as outras perspectivas, pois as distâncias euclidianas das comparações com as outras perspectivas não excedem 0,7.

Pode-se notar que a Barreira 9 (Falta de mão de obra qualificada) apresenta uma variação baixa entre as distâncias para todas os cenários de comparação entre perspectivas, sendo que todas as perspectivas consideraram a B9 como uma barreira causal, localizada na região central dos gráficos de dispersão.

A maior concordância entre as perspectivas emergem das avaliações da perspectiva governamental e organizacional com relação à Falta de investimento financeiro público

(B14), onde a distância euclidiana é de 0,009, nas Figuras 9 e 15, pode-se perceber que ambas as perspectivas classificam a Barreira 14 como a barreira causal primária para melhoria da eficiência logística do APL de Gesso Pernambucano. Com relação ao cenário de comparação entre as perspectivas do cliente e organizacional, a falta de integração na cadeia de suprimentos (B20) obteve uma excelente concordância, com uma distância euclidiana de 0,02, onde ambas as perspectivas classificam essa barreira como secundária e uma das cinco barreiras mais importantes. Vale ressaltar que das perspectivas analisadas, a organizacional e a do cliente são as principais para manter uma gestão da cadeia de suprimentos integrada.

A comparação da distância entre a perspectiva governamental e a perspectiva do cliente mostra que as Barreiras B3 (Falta de sistemas de informação), B16 (Baixa qualidade das rodovias), B20 (Baixa integração da cadeia de suprimentos), tiveram uma maior concordância sobre a influência líquida. A perspectiva governamental e a acadêmica mostram diferenças relativamente pequenas nas barreiras B2 (Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas), B6 (Falta de um sistema de mensuração de desempenho logístico adequado) e B7 (Roteirização e programação de veículos ineficiente). Quanto é feita a comparação entre as perspectivas Governamental e organizacional, pode-se perceber que as barreiras B2 (Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas) e B14 (Falta de investimento financeiro público) possuem as menores distâncias, havendo uma maior similaridade entre as opiniões dos especialistas associados.

#### 5.6.2 Diferenças entre as perspectivas

Com o auxílio do gráfico ilustrado na Gráfico 2, pode-se perceber que a perspectiva do cliente e a organizacional, apresentam maiores divergências em suas avaliações, sendo a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo de 2,55 entre as barreiras 12 e 20. As maiores diferenças emergem das avaliações da organização e do cliente, e a principal discrepância entre essas partes é com relação a Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção (B12), que é responsável por um acréscimo de até 90% no custo dos produtos derivados da gipsita no APL (ITEP, 2014), sendo uma barreira crucial para a perspectiva organizacional e que às vezes pode não ser percebida no ponto de vista do cliente. Vale ressaltar que a B12 também é tida como a barreira com maior valor para a distância euclidiana no cenário de comparação entre as perspectivas acadêmica e organizacional.

Com relação ao cenário de comparação entre as perspectivas do cliente e acadêmica, a inexistência de uma análise da logística e comércio exterior (B10) obteve uma distância euclidiana de 1,80, representando uma alta discordância, onde a perspectiva do cliente

classifica essa barreira como primária e uma das mais importantes para o desenvolvimento da região enquanto que na perspectiva acadêmica ela é considerada com uma barreira secundária e com um menor grau de importância.

As barreiras relacionadas à falta de infraestrutura B5 (Falta de recursos e infraestrutura), B8 (Alto custo com transporte e com a manutenção dos modais), B16 (Baixa qualidade das rodovias), e B17 (Dependência do transporte rodoviário) apresenta altos valores para a distância euclidiana em diversos cenários de comparação, isso ocorre de forma mais expressiva quando comparamos a perspectiva organizacional com a perspectiva acadêmica e do cliente.

## 5.7 Conclusões do capítulo

O Capítulo 5 teve como objetivo aplicar o método Grey-DEMATEL para realizar uma análise sobre as barreiras logísticas no APL de Gesso Pernambucano, levando em consideração múltiplas perspectivas. Foram consultados especialistas para mensurar as inter-relações entre as barreiras e em seguida foi possível classificá-las em barreiras primárias ou secundárias e mensurar o grau de importância por diferentes perspectivas. Foi implementada uma rotina em python do método Grey-DEMATEL com o intuito de reduzir possíveis erros com a padronização dos cálculos, como também promover auxílio para pesquisas futuras, e realizar os cálculos de maneira mais rápida e eficiente.

Para realizar a análise de cada perspectiva foi feita uma mensuração das relações entre as barreiras, onde é necessário medir a subjetividade de cada especialista de forma individual. Diversas pesquisas agregam as opiniões dos especialistas, por meio de uma média, e proporcionam uma visão holística do problema, entretanto, para realizar uma agregação dessas perspectivas é indicado o uso de técnicas de decisão em grupo para representar uma visão total do problema, sendo assim, a pesquisa abordou apenas os aspectos individuais de cada perspectiva e realizou uma comparação dos resultados finais.

Na análise da perspectiva governamental foi verificado que a Barreira 14 (Falta de investimento financeiro público) foi tida com a principal barreira causal, seguidas pela B11 (Falta de suporte de políticas públicas e econômicas e leis executáveis), e B16 (Baixa qualidade nas rodovias). As barreiras consideradas como mais importantes para a perspectiva foi a B20 (Falta de integração na cadeia de suprimentos) e a B4 (Falta de padronização das atividades logísticas). De acordo com o especialista, as barreiras da categoria governamental não foram classificadas como as mais importantes.



Para a perspectiva do cliente, a barreira B1 (Baixo comprometimento da gerência) foi considerada como a barreira que impacta mais fortemente nas outras, seguida da B14 (Falta de Investimento Financeiro Público) e da B9 (Falta de mão de obra qualificada). Já a barreira 10 (Inexistência de uma análise da logística e comércio exterior) foi considerada como a barreira mais importante para o crescimento da logística.

Com relação à perspectiva acadêmica, o especialista classificou as Barreiras 14 (Falta de investimento financeiro público) e 19 (Corrupção) como barreiras causais e a B22 (Falta do entendimento do compartilhamento de boas práticas) como a barreira mais importante para melhorar a eficiência logística da região.

O especialista consultado para a análise da perspectiva organizacional classificou a Barreira 14 (Falta de investimento público) como a barreira causal primária, seguidas pelas barreiras B11 (Falta de suporte de políticas econômicas e leis executáveis) e B13 (Atraso nas obras da transnordestina). As barreiras classificadas como mais importantes foram a B5 (Falta de recurso e infraestrutura), e a B12 (Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção), que trouxeram uma visão bem diferente das outras perspectivas consultadas.

O método Grey-DEMATEL, utilizado na pesquisa, possibilitou a análise das relações entre os conjuntos de barreiras, usando técnicas matemáticas para obter relações lógicas e direcionar o impacto dos relacionamentos entre elas, e sua abordagem de modelagem estrutural representou a interdependência das barreiras e suas relações de causa e efeito na forma de um dígrafo, utilizando ferramentas gráficas para facilitar a visualização das relações causais complexas, permitindo um melhor entendimento da estrutura complexa do problema, bem como as relações entre o nível da estrutura e a força de influência de cada barreira.

Para realizar uma comparação entre as perspectivas foi utilizado o cálculo das distâncias euclidianas nas coordenadas das barreiras no gráfico de dispersão, onde se percebeu que a perspectiva governamental tem uma maior concordância com as outras perspectivas, pois as distâncias euclidianas das comparações com as outras perspectivas não excedem 0,7, sendo o cenário de comparação entre as perspectivas governamental e acadêmica o que apresentou maiores semelhanças em suas avaliações. Dentre todas as barreiras, a B9 (Falta de mão de obra qualificada) apresentou a menor variação entre as distâncias para todos os cenários de comparação entre perspectivas e a maior concordância entre as perspectivas emergem das avaliações da perspectiva governamental e organizacional com relação à Falta de investimento financeiro público (B14).

Com relação às diferenças entre as perspectivas, a perspectiva do cliente e a organizacional, apresentam maiores divergências em suas avaliações, sendo a B12 (Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção) a barreira que apresentou uma maior discordância entre as perspectivas, junto com as barreiras relacionadas à falta de infraestrutura logística.

Essa avaliação comparativa exploratória entre as diferentes perspectivas destaca que as barreiras do APL de Gesso são percebidas de maneira diferente, sendo assim é necessário uma consideração cuidadosa dessas diferentes percepções para a realização de iniciativas de gerenciamento logístico na região, sendo que uma análise utilizando o método Grey-DEMATEL pode ajudar a gerenciar essas diferenças. Vale ressaltar que com o tempo, as diferenças podem evoluir, sendo necessário fazer uma nova investigação dos relacionamentos conforme os relacionamentos e as perspectivas amadurecem.

## **6 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Neste Capítulo, será apresentada uma conclusão geral da pesquisa e suas implicações práticas e gerenciais, como também quais foram as limitações para a realização da pesquisa e as oportunidades para trabalhos futuros.

### **6.1 Conclusões**

No contexto organizacional, a realização de um gerenciamento logístico de forma eficiente e integrado pode melhorar o desempenho da empresa em diversos aspectos, proporcionando uma fonte de vantagem competitiva com redução de custos. Entretanto existem alguns entraves que dificultam o gerenciamento logístico de maneira eficaz. No Araripe Pernambucano, que é responsável por cerca de 95% da produção brasileira de Gesso, existem restrições que limitam alguns aspectos operacionais conduzidos pelas Pequenas e Médias Empresas (PME) da região. Sendo assim, verifica-se a oportunidade de realizar estudos sobre as barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano, para analisar os entraves que impedem o escoamento da produção e reduzem a eficiência do sistema logístico da região.

O principal objetivo do presente estudo foi realizar uma análise das relações de causa-efeito de interações dentre as barreiras logísticas do APL de Gesso Pernambucano. Para atingir esse objetivo, foi proposta uma metodologia que inclui uma revisão da literatura com intuito de coletar, identificar, selecionar e descrever as categorias e barreiras logísticas do APL de Gesso pernambucano. Com o auxílio para revisão da literatura, foram identificadas 23 barreiras, alocadas em três categorias.

Analisar as barreiras logísticas em situações reais apresenta complexidades, devido às inter-relações que as barreiras podem apresentar entre si. Dentre as técnicas relevantes existentes na literatura, método Grey-DEMATEL foi considerado adequado para lidar com incertezas causadas por amostras pequenas e informações incompletas na análise de fatores relacionados em um contexto específico, como o caso das barreiras logísticas.

Uma inclusão da teoria grey à abordagem DEMATEL foi proposta para a avaliação das barreiras da logística de acordo com as perspectivas de diferentes stakeholders, com o intuito de tratar as incertezas associadas ao método. O efeito e o nível de importância de cada barreira foram calculados para cada perspectiva separadamente. Além disso, uma medida de distância euclidiana também foi introduzida para ajudar a avaliar os relacionamentos entre vários especialistas do DEMATEL, onde foram consideradas semelhanças e diferenças entre

as partes interessadas. Para promover auxílio para pesquisas futuras, e realizar os cálculos de maneira mais rápida e eficiente foi implementado uma rotina em python do método Grey-DEMATEL.

Com a aplicação do método foi possível identificar as relações de causa e efeito entre as barreiras selecionadas, como também analisar a influência das barreiras selecionadas na eficiência do sistema logístico do APL gesso de Pernambuco em diferentes perspectivas. Com esses resultados é possível estabelecer ações direcionadas, com auxílio de ferramentas gráficas e visuais, que possam influenciar mais amplamente em todas as barreiras e assim indicar ao decisor quais ações podem mitigar os efeitos de barreiras que podem apresentar impactos mais gerais e controlar o equilíbrio de influência dentre outras barreiras, resultando em ações estratégicas de melhorias para o sistema logístico do APL de Gesso pernambucano, uma vez que o investimento no tratamento de determinada barreira considerada com causal, impactará positivamente no tratamento das demais.

Foi realizada uma discussão sobre as principais similaridades e diferenças entre as perspectivas a respeito das barreiras logísticas do APL de Gesso de Pernambuco, utilizando o método da distância euclidiana, podendo fornecer um maior entendimento sobre as perspectivas estudadas, e assim obter *insights* significativos sobre as relações entre as barreiras.

## 6.2 Implicações Práticas e Gerenciais

No que diz respeito às implicações práticas e gerenciais, esta pesquisa apresenta um caráter inédito, devido a escassez de literatura sobre o tema abordado no contexto logístico do APL de Gesso Pernambucano. O trabalho conta com levantamento de barreiras logísticas para o APL e apresenta uma forte contribuição para o setor, fornecendo um maior entendimento sobre as barreiras logísticas que influenciam na eficiência logística do APL de gesso Pernambucano.

Além disso, a análise crítica dessas barreiras e a definição dos atores que as causam ou são afetados por elas, é uma fonte relevante de informações para os tomadores de decisão. A avaliação de diferentes perspectivas ajuda a diminuir as incertezas na região, como também, facilita o entendimento dos fatores influentes. Conhecer as barreiras causais permite que as empresas desenhem uma lista prioritária de ações para melhorar a eficiência logística da região e aumentar sua vantagem competitiva nacional e internacional.

Os resultados desta pesquisa têm implicações valiosas não apenas para as empresas, mas para uma variedade de *stakeholders*, incluindo formuladores de políticas públicas,

profissionais do setor e pesquisadores acadêmicos. Para fazer isso, as empresas devem lidar com os impedimentos impostos por seus stakeholders. Assim, é importante haver um entendimento mais amplo desses relacionamentos complexos, sendo que a comunicação e cooperação mútuas entre as partes interessadas desempenham um papel crítico na melhoria da região.

### **6.3 Limitações e Trabalhos Futuros**

O presente trabalho realizou um levantamento de barreiras divididas em três categorias, e discutiu o tema de acordo com quatro perspectivas, entretanto houve uma limitação ocorreu devido à falta de referências e estudos sobre o APL de Gesso Pernambucano, sendo assim, foi necessário levantar barreiras mais gerais. Para trabalhos futuros, sugere-se um levantamento de mais barreiras e categorias e analisar outras perspectivas que influenciam na região, como também é sugerida uma análise estatística com auxílio de testes de hipóteses para verificar se cada barreira levantada se aplica de fato no contexto do APL de Gesso Pernambucano.

Para realização da pesquisa houve uma dificuldade para entrar em contato com as empresas da região, fato que foi agravado devido à desatualização dos dados fornecido pela SINDUSGESSO e a localização do APL de Gesso.

Para trabalhos futuros é sugerido o uso de um método de decisão em grupo para agrupar as perspectivas de uma forma holística, como também, desenvolver um Sistema de Apoio a Decisão para promover uma participação ativa do usuário em todo o processo decisório, permitindo uma flexibilidade na busca e manipulação das informações, utilizando uma interface intuitiva que facilite a comunicação entre os múltiplos stakeholders.

## **REFERÊNCIAS**

- ABDULRAHMAN, M. D.; GUNASEKARAN, A.; e SUBRAMANIAN, N. Critical barriers in implementing reverse logistics in the Chinese manufacturing sectors. *International Journal of Production Economics*, v.147, p. 460–471, 2014.
- ABIT - Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecções. 4º Modavil leva informações sobre negócios da moda de Caruaru. Disponível em: <http://www.abit.org.br>. Acessado em 25/10/2019.
- ACHARYULU, G.; e SHEKBAR, B. Role of value chain strategy in health care supply chain management: An empirical study in India. *International Journal of Management*, v.29, n.1, p. 91-97, 2012.
- AGAN, Y. Impact of Operations, Marketing, and Information Technology Capabilities on Supply Chain Integration. *Journal of Economics and Social Research*, v.13, p. 27-56, 2011.
- ANDRADE, C. A. L.; FARIAS, C. J. L. e MOUTINHO, L. M. G. O Arranjo Produtivo Local do Gesso do Araripe-PE e sua relação com a ferrovia Transnordestina. In: *VIII SOBER Nordeste. Pluralidades Econômicas, Sociais e Ambientais: interações para reinventar o Nordeste rural Parnaíba* – PI, 2013.
- ANDRADE, C. A. L. *Políticas, instituições, inovação e logística no Arranjo produtivo local do gesso de Pernambuco*, Dissertação Programa de Pós- Graduação em Administração e Desenvolvimento Rural (PADR) da Universidade Federal Rural, Recife, 2015.
- ANDRADE, C. A. L.; e MOUTINHO, L. M. G. *O Arranjo Produtivo Local do Gesso de Pernambuco: Políticas, Instituições, Inovação e Logística*: Editora Novas Edições Acadêmicas, 2017.
- ANSARI, Z. N. e KANT, R. A state-of-art literature review reflecting 15 years of focus on sustainable supply chain management. *J.Cleaner Production*, v.142, p. 2524–2543, 2017.
- ANSARI, Z. N.; KANT, R.; e SHANKAR, R. Prioritizing the performance outcomes due to adoption of critical success factors of supply chain remanufacturing, *Journal of Cleaner Production*, v. 212, p. 779-799, 2019.
- ARAÚJO, A. P. B.; e CLEMENTE, T. R. N. Análise sobre as principais barreiras do sistema logístico no APL de gesso pernambucano. *Anais LI SBPO*, Limeira, 2019.
- ARAÚJO, T. P. Demanda por microcrédito em três arranjos produtivos de Pernambuco: Apicultura, bacia leiteira e caprinocultura. Recife: Editora Massangana, 2006.
- ARAÚJO, S. M. S. Gargalos de desenvolvimento e ações do estado no pólo gesseiro do Araripe-PE, *Mercator - Revista de Geografia da UFC*, v. 9, p. 66–76, 2010.
- ARRUDA, R. S.; e SILVA FILHO, G. E. Análise dos determinantes da competitividade : o caso do polo gesseiro de Araripina no estado de Pernambuco. *Anais do VII Encontro Pernambucano de Economia (ENPECON)*, 2018.
- AWAN, U.; KRASLAWSKI, A.; e HUISKONEN, J. Understanding influential factors on implementing social sustainability practices in manufacturing firms: in a interpretive structural modelling (ISM) analysis. *Procedia Manufacturing*, v.17, p. 1039–1048, 2018.

- BAI, C.; KUSI-SARPONG, S.; e SARKIS, J. An implementation path for green information technology systems in the Ghanaian mining industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 164, p. 1105–1123, 2017.
- BALLOU, R. H. *Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial*. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006
- BALON, V.; SHARMA, A.K.; e BARUA, M.K. Assessment of barriers in Green supply chain management using ISM: a case study of the automobile industry in India. *Global Bus. Rev.*, v.17, n. 1, p. 116-135, 2016.
- BANERJEE, M.; e MISHRA, M. Retail supply chain management practices in India: A business intelligence perspective. *Journal of Retailing and Consumer Services*, v. 34, p. 248–259, 2017.
- BARBOZA, M. A. M. A Ineficiência da Infraestrutura Logística do Brasil. *Revista portuária*, 2015. Web Page: <http://www.revistaportuaria.com.br/noticia/16141>. Acessado em 04-07-2019.
- BELTON, I.; MACDONALD, A.; WRIGHT, G.; e HAMLIN, I. Improving the practical application of the Delphi method in group-based judgment: A six-step prescription for a well-founded and defensible process. *Technological Forecasting and Social Change*, v. 147, p. 72–82, 2019.
- BHANOT, N.; RAO, P. V.; e DESHMUKH, S. G. An integrated approach for analysing the enablers and barriers of sustainable manufacturing. *Journal of Cleaner Production*, v. 142, p. 4412–4439, 2017.
- BLOME, C.; e SCHOENHERR, T. Supply chain risk management in financial crises – A multiple case study approach. *International Journal of Production Economics*, v. 134, p. 43-57, 2011.
- BNDES, Arranjos produtivos locais e desenvolvimento regional. Seminários, outubro de 2004. Análise do mapeamento e das políticas para Arranjos Produtivos Locais no Brasil. Disponível em: [www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br), Acessado em 25/10/2019.
- BODE, CHRISTOPH; WAGNER, STEPHAN M.; PETERSEN, KENNETH J.; e ELLRAM, L. M. Understanding responses to supply chain disruptions: insights from information processing and resource dependence perspectives. *Academic. Management Journal*, v. 54, n. 4, p.833-856, 2011.
- BOIKO, A.; SHENDRYK, V.; e BOIKO, O. Information systems for supply chain management: Uncertainties, risks and cyber security. *Procedia Computer Science*, v, 149, p. 65–70, 2019.
- BOJARSKI, A.D.; LAINEZ, J.M.; ESPUNA, A.; e PUIGJANER, L. Incorporating environmental impacts and regulations in a holistic supply chains modeling: An LCA approach. *Computers & Chemical Engineering*, v. 33, n. 10, p. 1747-1759, 2009.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; e RODRIGUEZ, C. M. T. Reducing the extraction of minerals: reverse logistics in the machinery manufacturing industry sector in Brazil using ISM approach. *Resources Policy*, v. 46, p. 27–36, 2015.
- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; RODRIGUEZ, C. M. T.; e CAMPOS, L. M. S. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. *Resources Conservation and Recycling*, v. 108, p. 182-197, 2016.

- BOUZON, M.; GOVINDAN, K.; e RODRIGUEZ, C. M. T. Evaluating barriers for reverse logistics implementation under a multiple stakeholders' perspective analysis using grey decision making approach. *Resour, Conservation and Recycling*, v. 128, p. 315–335, 2018.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; e STANK, T. P. Tem mega-trendsthat will revolutionize supply chain logistics. *Journal of business logistics*, v. 21, n. 2, p. 1-26, 2000.
- BROWNE, D.; O'MAHONY. M.; e CAULFIELD, B. How should barriers to alternative fuels and vehicles be classified and potential policies to promote innovative Technologies beevaluated? *Journal of CleanerProduction*,v. 35, p. 140–151, 2012.
- CANDIDO, A. K. B.; SANTOS, D. L. C. S.; e CLEMENTE, T. R. N. Utilização do modelo ECD para a identificação dos agentes integradores da cadeia de suprimentos do APL de gesso pernambucano. In *Anais do XXXVIII ENEGEP*, Maceió, APEPRO, 2018.
- CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M.; e STALLIVIERI, F. *Arranjos produtivos locais: uma alternativa para o desenvolvimento – experiências de política*. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora E-Papers, 2008.
- CÉSAR, S. A.; e BATALHA, M. O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: a difficult reality. *Energy Policy*,v. 38, p. 31–39, 2010.
- CHRIST, N.; e FERRANTINO, M. J. Land transport for export: the effects of cost, time, and uncertainty in Sub-Saharan Africa. *World Development*, v. 39, n. 10,p. 1749–1759, 2011.
- CHRISTOPHER, M. *Logistics & Supply Chain Management*. 4. Ed. New York: Editora Cengage Learning, 2010.
- CHRISTOPHER, M. *Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimento*. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning. Tradução da 4ª edição norte-americana, 2012.
- CLEMENTE, T. R. N.; DE ALMEIDA, A. T.; MORAIS, D. C.; e ALENCAR, L. H. Aplicação do promethee-roc na priorização de tecnologias críticas para a geração de energia, *Anais do XXXV ENEGEP*, Fortaleza, 2015.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). Disponível em: <https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/pesquisa-cnt-rodovias-2018-indica-57-trechos-apresentam-problemas>, acessado em 28/12/2019.
- CORREIA, V. P.; MARIANI, C. A.; e FERREIRA, A. L. *Estudo da utilização das Ferramentas do sistema de gestão da qualidade na APL - Arranjo Produtivo Local - utensílios Domésticos e produtos em Alumínio do sudoeste do Paraná*. Contabilidade Gerencial. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2012.
- CSCMP (2018). Supply chain management definitions and glossary. Disponível em [https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx?hkey=60879588-f65f-4ab5-8c4b-6878815ef921), acessado em 30/09/2019.
- DA SILVA, A. D. F.; FERNANDES, N. C.M; e PAIVA JÚNIOR, F. G. A influência do porto digital na representação do desenvolvimento de Pernambuco, *Revistas das faculdades Integradas Vianna Junior*, v. 5, p. 216-240, 2014.
- DA SILVA, J. A. B. Customer service logistics como estratégia organizacional: um estudo de caso em uma multinacional. *Brazilian J. Prod. Engineering*, v. 4, n. 4, p. 226-244, 2018.
- DALLASEGA, P.; e SARKIS, J. Understanding greening supply chains: proximity analysis can help. *Resources, Conservation & Recycling*, v. 139, p. 76–77, 2018.



- DE ARAÚJO, S. M. S; e MARTINS, L. A. M. A indústria extrativa mineral do Pólo Gesseiro do Araripe e seus impactos Socioambientais. *Revista de Geografia (UFPE)* v. 29, n.1, 2012.
- DE ASSIS, C. P; COSTA, L. D. V; HIRASSAKA, S. A; CARDOSO, C. R; MATHIAS, M. A e SANTOS, N. O. Infraestrutura logística brasileira de transporte e o impacto na escoação de grãos exportados pelo Brasil. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales, online*, 2019.
- DE OLIVEIRA, M. F; e MARTINELLI, D. P. Desenvolvimento Local e Arranjos Produtivos Locais: uma revisão sistemática da literatura. *Interações*, v.15, n. 1, p. 47-58, 2014.
- DNPM - Sumário Mineral Brasileiro, 2011 a Disponível em <http://www.anm.gov.br/dnpm/publicacoes/serie-estatisticas-e-economia-mineral/sumario-mineral>, acessado em 24/11/2019.
- DOU, Y.; e SARKIS, J. A multiple stakeholder perspective on barriers to implementing China RoHS regulations. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 81, p. 92–104, 2013.
- DUBE, A. S.; e GAWANDE, R. S. Analysis of Green supply chain barriers using integrated ISM-fuzzy MICMAC approach. *Benchmarking*, v. 23, p. 1558-1578, 2016.
- FIEPE – Federação das indústrias de Pernambuco. Estudo Técnico do Polo Gesseiro do Araripe. Araripina, 2017.
- FONSECA, J. J. S. *Metodologia da pesquisa científica*. Fortaleza: Editora UEC, 2002.
- FU, X.; ZHU, Q.; SARKIS, J. Evaluating green supplier development programs at a telecommunications systems provider. *Intern. J. Prod. Econ*, v. 140, p. 357-367, 2012.
- GALVÃO, C. B.; ROBLES, L. T.; e GUERISE, L. C. Research in transportation business & management the Brazilian seaport system : a post-1990 institutional and economic review. *Research in Transportation Business and Management* v. 8, p. 17–29, 2013.
- GARDAS, B. B.; RAUT, R. D.; e NARKHEDE, B. Reducing the exploration and production of oil: reverse logistics in the automobile service sector. *Sust. Produc. And Consumpt*, v. 16, p. 141–153, 2018.
- GARDAS, B. B.; RAUT, R. D.; e NARKHEDE, B. Identifying critical success factors to facilitate reusable plastic Packaging towards sustainable supply chain management. *Journal of Environmental Management*, v. 236, p. 81–92, 2019.
- GIGOVIĆ, L. J.; PAMUČAR, D.; BOŽANIĆ, D.; e LJUBOJEVIĆ, S. Application of the GIS-DANP-MABAC multicriteria model for selecting the location of Wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, v. 103, p. 501-521, 2017.
- GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisas*. São Paulo: Editora Atlas, 2002
- GOVINDAN, K.; KHODAVERDI, R.; e VAFADARNIKJOO, A. Intuitionistic fuzzy based DEMATEL method for developing Green practices and performances in a Green supply chain. *Expert Systems with Applications*, v. 42, p. 7207-7220, 2015.
- GOVINDAN, K.; SHANKAR, M.; e KANNAN, D. Application of fuzzy analytic network process for barrier evaluation in automotive parts remanufacturing towards cleaner production - A study in na Indians cenario, *Journal of Cleaner Production*, v.114, p. 199–213, 2016.
- GOVINDAN, K.; e BOUZON, M. From a literature review to a multi-perspective framework for reverse logistics barriers and drivers. *J. Cleaner Production*, v. 187, p. 318–337, 2018.

- GRIMM, J. H.; HOFSTETTER, J. S.; e SARKIS, J. Interrelationships amongst factors for sub-supplier corporate sustainability standards compliance: An exploratory field study. *Journal of Cleaner Production*, v. 203, p. 249-259, 2018.
- GUARNIERI, P.; SILVA, L. C.; e LEVINO, N. A. Analysis of electronicwaste reverse logistics decisions using strategic options development analysis methodology: a Brazilian case. *Journal of Cleaner Production*, v. 133, p.1105–1117, 2016.
- GUPTA, H. Assessing organizations performance on the basis of GHRM practices using BWM and Fuzzy TOPSIS. *J. Environmental Management*, v. 226, p. 201–216, 2018.
- GUSSONI, W. M. S.; WEISE, A. D.; e MEDEIROS, F. S. B. Cooperação e governança nos arranjos produtivos locais: o caso das empresas de software no Estado do Paraná. *Desenvolvimento em Questão*, v. 13, n. 29, p. 125-157, 2015.
- HARVEY, D. C.; HAWKINS, H.; e THOMAS, N. J. Thinking creative clusters beyond the city: people, places and networks. *Geoforum*, v. 43, n. 3, p. 529-539, 2012.
- HSU, C. W.; KUO, T. C.; CHEN, S. H.; e HU, A. H. Using DEMATEL to develop a carbon management model of supplier selection in green supply chain management. *Journal of cleaner production*, v. 56, p. 164-172, 2013.
- HORA, G. B; e XAVIER, M. G. P. Cooperação e inovação no setor vitivinícola: uma análise do APL do vale do submédio São Francisco – Brasil, *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v. 14, n. 5, p. 74-86, 2018.
- IBGE/PAM. Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, v. 40, p.1-102, 2013.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/panorama>, acessado em 07/11/2019.
- ITEP – Instituto de tecnologia de Pernambuco, 2014, Disponível em: <http://www.ipa.br/publicacoes/Relat%C3%B3rio%20apresenta%C3%A7%C3%B5es.pdf>, acessado em 05/11/2019.
- ITEP – Instituto de tecnologia de Pernambuco, 2019, Disponível em: <http://www.itep.br/arranjos-produtivos-locais>, acessado em 25/10/2019.
- JANSE, B.; SCHUUR, P.; e BRITO, M., A reverse logistics diagnostic tool: the case of the consumer electronics industry. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 47, n. 5, p. 495–513, 2010.
- JAYARAM, J.; DIXIT, M.; e MOTWANI, J. Supply chain management capability of small and médium sized family businesses in India: A multiple case study approach. *International Journal of Production Economics*, v.147, p. 472–485, 2014.
- JERÔNIMO, T. B; MELO, F. J. C; e AQUINO, J. T. Análise da implementação do modelo multicritério de decisão: como o gestor observa a importância da decisão racional. *Revista Exacta*, v. 14, n. 2, p. 319-334, 2016.
- JIA, F.; ZULUAGA-CARDONA, L.; BAILEY, A.; e RUEDA, X. Sustainable supply chain management in developing countries: An analysis of the literature. *Journal of Cleaner Production*, v. 189, p. 263–278, 2018.
- JU-LONG, D. Control problems of grey systems. *Systems & Control Letters*, v.1, n.5, p. 288-294, 1982.

- KAUPPILA, O.-P. Alliance Management Capability and Firm Performance: Using Resource-based Theory to Look Inside the Process Black Box. *Long Range Planning*, v. 48, n. 3, p. 151-167, 2015.
- KAZANCOGLU, Y.; KAZANCOGLU, I.; e SAGNAK, M. A new holistic conceptual framework for Green supply chain management performance assessment based on circular economy. *Journal of Cleaner Production*, v. 195, p. 1282–1299, 2018.
- KIM, S. T.; e LEE, S.Y. Stakeholder pressure and the adoption of environmental logistics practices: is eco-oriented culture a missing link. *Internacional Journal of Logistics Management*, v. 23, n. 2, p. 238–258, 2012.
- KLEINDORFER, P. R. e SAAD, G. H. Managing disruption risks in supply chains. *Production & Operations Management*, v. 14, p. 53-68, 2005.
- KONOVALENKO, I.; e LUDWIG, A. Event processing in supply chain management – The status quo and research Outlook. *Computers in Industry*, v. 105, p. 229-249, 2019.
- KUMAR, A.; e ANBANANDAM, R. Evaluating the interrelationships among inhibitors to intermodal railroad freight transport in emerging economies: A multistakeholder perspective. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. v, 132, p. 559-581, 2020.
- KUSI-SARPONG, S.; e SARKIS, J. Assessing Green supply chain practices in the ghanai an mining industry: A framework and evaluation. *Internacional Journal Production Economics*, v. 26, p. 1-46, 2016.
- LEÃO, A. L. M. S.; GAIÃO, B. F. S.; SOUZA, I. L.; e MELLO, S. C. B. The Habitus of na Expanding Network: the characteristics of the São Francisco Valley viticulture arrangement. *Revista Brasileira de Gestão de Negócios*, v. 15, n. 46, p. 39-55, 2013.
- LI, P.; TAN, T.; e LEE, J. Grey relational analysis of a mine inhibition of mild steel corrosion in acids. *Corrosion*, v. 53, n. 3, p.186-194, 1997.
- LIMA, J. W. F.; e MEIRELES, A. M. R. Metodologias de ensino de lógica de programação. *Revista Expressão Católica*, v. 4, n. 1, 2015.
- LIN, K.-P.; TSENG, M.-L.; e PAI, P.-F. Sustainable supply chain management using approximate fuzzy DEMATEL method, *Resour. Conserv. Recycl.* v. 128, p. 134–142, 2018.
- LUTHRA, S.; MANGLA, S.K.; XU, L.; e DIABAT, A. Using AHP to evaluate barriers in adopting sustainable consumption and production initiatives in a supply chain. *Int. J. Prod. Econ.* v. 181, p. 342–349, 2016LUZ, A. B. e LINS. F. A. F. Rochas & Minerais Industriais. Ed. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2005.
- LUZ, A. B.; e LINS, F. A. F. Rochas e Minerais. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora CETEM/MCT, 2005.
- LYNCH, C.; ASHLEY, K. D.; ALEVEN, V.; e PINKWART, N. Concepts, structures, andgoals: Redefiningill-definedness. *International Journal of Artificial Intelligence in Education: Special issue on Ill-Defined Domains*, v. 19, n. 3, p. 253-266, 2010.
- MANGLA, S. K.; GOVINDAN, K.; e LUTHRA, S. Prioritizing the barriers to achieve sustainable consumption and production trends in supply chains using fuzzy Analytical Hierarchy Process, *Journal of CleanerProduction*, v. 151, p. 509–525, 2017.
- MARCHI, L. T.; e GRIEBELER, M. P. D. Gestão da cadeia de suprimentos: a importância do planejamento no processo de aquisição de pigmentos na empresa Peter Chemical de Novo

- Hamburgo/RS. *Revista de Administração de Empresas Eletrônica*, v.5, n.10, p. 147-174, 2019.
- MATHIYAZHAGAN, K.; e HAQ, A.N. Analysis of the influential pressures for Green supply chain management adoption na Indian perspective using interpretive structural modeling. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 68, p. 817-833, 2013.
- MDIC – Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços. APL. Disponível em <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/arranjos-produtivos-locais>. Acesso em 10/10/2019.
- MEDEIROS, W. M. Diagnóstico dos arranjos produtivos do estado e análises de estudo de caso. Relatório de Consultoria. Programa Pernambuco Sustentável, 2011, Disponível em: <https://docplayer.com.br/814113-Relatorio-de-consultoria-programa-pernambuco-rural-sustentavel.html>, Acessado em 25/10/2019.
- MENGA, L. e MARLI, A. D. A. *A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas*. São Paulo: Editora EPU, 1999.
- MINAYO, M. C. S. e MINAYO-GOMÉZ, C. *Difíceis e possíveis relações entre métodos quantitativos e qualitativos nos estudos de problemas de saúde*, Editora Fiocruz, 2001
- MITRA, S. The 2008 survey of Indian third-party logistics (3PL) service providers comparisons with the 2004 survey of Indian 3PLs and 2006 survey of North American 3PLs. (IJAL). *International Journal of Applied Logistics*, v. 2, n. 1, p. 57–75, 2011.
- MITRA, S.; e DATTA, P. P. Adoption of Green supply chain management practices and their impact on performance: An exploratory study of Indian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, v. 52, p. 2085-2107, 2014.
- MME – Ministério de Minas e Energia. Relatório Técnico 34 - Perfil Da Gipsita, 2009.
- MME – Ministério de Minas e Energia, 2019. Disponível em [http://www.mme.gov.br/web/guest/paginainicial/outrasnoticias//asset\\_publisher/32hLrOzMKw\\_Wb/content/mme-estabelece-eixos-estruturantes-para-o-setor-mineral](http://www.mme.gov.br/web/guest/paginainicial/outrasnoticias//asset_publisher/32hLrOzMKw_Wb/content/mme-estabelece-eixos-estruturantes-para-o-setor-mineral). Acessado em 16/04/2019.
- MOKTADIR, M. A.; ALI, S. M.; RAJESH, R.; e PAUL, S. K. Modeling the interrelationships among barriers to sustainable supply chain management in leather industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 181, p. 631–651, 2018.
- RODRIGUES. D. M.; e SELLITTO, M. A. Práticas logísticas colaborativas: o caso de uma cadeia de suprimentos da indústria automobilística, *Revista de Administração*, v. 43, n. 1, p. 97-111, 2008.
- MONTEIRO, A. A.; TAMANINI. R.; SILVA, L. C. C.; MATTOS, M. R.; MAGNANI, D. F.; OVIDIO, L.; NERO, L. A.; BARROS, M. A. F. B.; PIRES, E. M. F.; BENOIT PASCAL DOMINIQUE PAQUEREAU, B. P. D.; e BELOTI, V. Características da produção leiteira da região do agreste do estado de Pernambuco, Brasil, *Ciências Agrárias*, v. 28, n. 4, p. 665-674, 2007.
- MOREIRA, D. A. *Administração da Produção e Operações*. 2. ed. São Paulo: Editora Cengage Learning, 2009.
- MOUTINHO, L.; e CAVALCANTI FILHO, P. F. Rede Sist, Arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais em áreas intensivas em cultura e mobilizadoras do desenvolvimento social. Nota técnica 08, Apoio: SEBRAE, 2008.

- MOTA, M. P.; PEREIRA, L.W. K., e; FAVERO, E. L. Javatool: Uma ferramenta para o ensino de programação. In: *Congresso da Sociedade Brasileira de Computação*. Belém. XXVIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, p. 127-136, 2008.
- MOTHILAL, S.; GUNASEKARAN, A.; NACHIAPPAN, S.; e JAYARAM, J. Key success factors and their performance implications in the Indian third-party logistics (3PL) industry. *International Journal of Production Research*, v. 50, n. 9, p. 2407–2422, 2012.
- MUNARETTO, L. F.; CORRÊA, H. L. e CUNHA, J. A. C. Um estudo sobre as características do método Delphi e de grupo focal, como técnicas na obtenção de dados em pesquisas exploratórias. *Revista de Administração*, v. 6, n. 1, p. 09-24, 2013.
- MUSA, H.; e CHINNIAH, M. Malaysian SMEs development: Future and challenges on going green, *Procedia – Social and Behavior Science*, v.224, p. 254–262, 2016.
- NG. A.K.Y.; PADILHA F.; e PALLIS A. A. Institutions, bureaucratic and logistical roles of dryports :The Brazilian case. *Journal of Transport Geography*, v.27, p. 46–55, 2013.
- O’LEARY-KELLY, S.W.; e FLORES, B.E. The integration of manufacturing and marketing/ Sales decision, *Journal of Operations Management*, v. 20 n. 3, p. 221-240, 2002.
- PARTANEN, J.; KOHTAMÄKI, M.; PATEL, P. C.; e PARIDA, V. Supply chain ambidexterity and manufacturing SME performance: The moderating roles of network capability and strategic information flow. *I. J. Production Economics*, 107470, 2019.
- PAULA NETO, F. L.; e ALMEIDA NETO, R. M. Apicultura nordestina: principais mercados, riscos e oportunidades. Fortaleza: Editora Banco do Nordeste do Brasil, p. 78, 2006 (Série Documentos do ETENE, n. 12). Disponível em: [http://www.bnb.gov.br/projwebren/exec/livroPDF.aspx?cd\\_livro=5](http://www.bnb.gov.br/projwebren/exec/livroPDF.aspx?cd_livro=5), acessado em 25/10/2019.
- PATIAS, T. Z.; MARCHI, J. J.; ALVES, L. C.; e WITTMANN, M. L. Governança de arranjo produtivo local: um estudo de caso no APL do Leite de Santana do Livramento, RS, Brasil, *Gestão & Produção*, v. 24, n. 3, São Carlos, Epub, 2017.
- PERES, L.; OLIVERA FILHO, J. I.; e ALENCAR, H. Estudo de viabilidade tecnoeconômica do processo de produção e logística do gesso fabricado a partir da gipsita do araripe/PE – PROJETEC, 2014.
- PIRES, S. R. I. *Gestão da Cadeia de Suprimentos (Supply Chain Management): conceitos, estratégias, práticas e casos*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- PRAJAPATI, H.; KANT, R.; e SHANKAR, R. Bequeath life to death: State-of-art review on reverse logistics, *J. Cleaner Prod.*, v. 211, p. 503–520, 2019a.
- PRAJAPATI, H.; KANT, R.; e SHANKAR, R. Prioritizing the solutions of reverse logistics implementation to mitigate its barriers: A hybrid modified SWARA and WASPAS approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 240, 118-219, 2019b.
- PRASAD, S. K. Business model for transforming a coal mining asset into a rent generating resource: A study under multiple strategic frameworks. *Resources Policy*, v. 55, n. 507, p. 163–170, 2018.
- RABECHINI JUNIOR, R. *O gerente de projetos na empresa*. 2. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2009.
- RAUER, J.; e KAUFMANN, L. Mitigating external barriers to implementing Green supply chain management: a grounded theory investigation of green-tech companies’ rare earth metals supply chains. *Journal of Supply Chain Management*, v. 51, p. 65-88, 2015.

- RAJ, A.; e SAH, B. Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, v. 138, p. 106-118, 2019.
- RAJESH, R.; e RAVI, V. Analyzing drivers of risks in electronic supply chains: a grey-DEMATEL approach. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, v. 92, n. 1, p. 1127-1145, 2017.
- RAVI, V.; e SHANKAR, R. Analysis of interactions among the barriers of reverse logistics. *Technol. Forecasting Soc. Change*, v.72,n. 8, p. 1011-1029, 2005.
- REN, J.; LIANG, H.; DONG, L.; GAO, Z.; HE, C.; PAN, M.; e SUN, L. Sustainable development of sewage sludge-to-energy in China: Barriers identification and technologies prioritization. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 67, p. 384-396, 2017.
- RESENDE, P. T. V.; e SOUZA, P. R. *Custos logísticos no Brasil*. Núcleo de Logística, Supply Chain e Infraestrutura: Editora Fundação Dom Cabral, 2014.
- ROSS, B.; DESSUREAULT S.; e RIEBER, M. The Tucson Mineral Show and the market for collector minerals: The potential for artisanal and smalls caleminers, *Res. Policy*, v. 36, p. 168-177, 2011.
- SANTOS, G. A. G.; DINIZ, E. J.; e BARBOSA, E. K. Arranjos produtivos locais e desenvolvimento. Versão preliminar. Brasília: BNDES, 2004.
- SANTOS, A. B. V. M.; e SOUTO, E. Q. As oportunidades em Dubai para o gesso do Araripe em uma abordagem sobre a competitividade deste produto em nível internacional: vantagens e desvantagens. *Âmbito Jurídico*, v. 75, p. 1-18, 2010.
- SANTOS, M. E.; MARTINS, V. F.; e LEAL, E. A. Avaliação da Gestão de Custos nas entidades hospitalares: Um estudo na Cidade de Uberlândia MG. *Revista de Administração Hospitalar*, v.10, n.1, p. 3-17, 2013.
- SARKIS, J.; GONZALEZ-TORRE, P.; e ADENSO-DIAZ, B. Stakeholder pressure and the adoption of environmental practices: the mediating effect of training, *Journal of Operations Management*, v. 28, p. 163-76, 2010.
- SECRETARIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE. Região do Araripe: diagnóstico florestal. Secretaria de Ciência e Tecnologia e Meio Ambiente. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- SEHNEM, S.; e OLIVEIRA, G. P. Analysis of the supplier and agribusiness relationship. *Journal of Cleaner Production*, v. 168, p. 1335-1347, 2017.
- SETH, D.; REHMAN, M. A. A.; e SHRIVASTAVA, R. L. Green manufacturing drivers and their relationships for small and medium (SME) and large industries. *J C Production*, v, 198, p.1381-1405, 2018.
- SHANKAR, R., CHOUDHARY, D. e JHARKHARIA. S.N. A Integrated Risk Assessment Model: A Case of Sustainable Freight Transportation Systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, v. 63, p. 662-676, 2018.
- SHAO, J; TAISCH, M; e ORTEGA-MIER, M. A grey-DEcision-MAking Trial and Evaluation Laboratory (DEMATEL) analysis on the barriers between environmentally friendly products and consumers: practitioners' viewpoints on the European automobile industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 3185-3194, 2016.
- SHARMA, S.; PANDA, B.; MAHAPATRA, S.; e SAHU, S. Analysis of barriers for reverse logistics: an Indian perspective. *Int. J. Model. Optim.* v. 1, n. 2, p. 101-106, 2011.

- SHIBIN, K.T.; GUNASEKARAN, A.; PAPADOPOULOS, T.; SINGH, M.; e WAMBA, S.F., Enablers and barriers of flexible Green supply chain management: a total interpretive structural modeling approach. *Global Journal of Flexible Systems Management*, v.17, n. 2, p. 171-188, 2016.
- SI, S.; YOU, X.; LIU, H.; e ZHANG, P. DEMATEL Technique: A Systematic Review of the State-of-the-Art Literature on Methodologies and Applications. *Math Prob Engineering*, v.1, p. 1-33, 2018.
- SILVA, L. M .F.; OLIVEIRA, A .C R.; LEITE, M. S. A.; e MARINS, F. A. S. Avaliação do risco na cadeia de suprimento: um estudo exploratório no setor alimentício, *Revista Produção Online*, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 351-375, 2017a.
- SILVA, F. C.; SHIBAO, F. Y.; BARBIERI, J. C.; LIBRANTZ, A. F. H.; e SANTOS, M. R. Barriers to Green supply chain management in the automotive industry, *Revista de Administração de Empresas*, v. 58, n. 2, p. 1-14, 2017b.
- SINDUSGESSO - Sindicato da Indústria de Gesso do estado de Pernambuco. Potencialidades do Pólo Gesseiro do Araripe, *Simpósio Pólo Gesseiro do Araripe Potencialidades, Probl. e Soluções*. Araripe, 2014.
- SINDUSGESSO – Sindicato da Indústria do Gesso do estado de Pernambuco, Disponível em: <https://www.sindusgesso.org.br/>; Acessado em: 10/10/2019
- SINDUSGESSO – Sindicato da Indústria do Gesso do estado de Pernambuco. Evolução do pólo gesseiro. Recife, 2006.
- SKAPA, R. Reverse logistics in the Czech Republic: barriers to development. *Acta Universitatis Agric. et Silvicultura e Mendeliana e Brunensis*,v.59, n.4, p. 363–370, 2011.
- SODA, S.; SACHDEVA, A.; e GARG, R.K. GSCM: practices, trends and prospects in Indian context. *Journal of Manufacturing Technology Management*, v. 26, p. 889-910, 2015.
- SOUSA, J. E.; e CLEMENTE, T. R. N. Modelo multicritério para priorização de ações estratégicas no processo de internacionalização de uma indústria gesseira, *Anais do L SBPO*, Rio de Janeiro,2018.
- SOUZA, L. M.; MENDES, P.; e ARANDA, D. Assessing the currents cenario of the Brazilian biojetmarket. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 98, p. 426–38, 2018.
- SU, C.-M.; HORNG, D.-J.;TSENG, M.-L.; CHIU, A.S.F.; WU, K.-J.; e CHEN, H.-P. Improving sustainable supply chain management using a novel hierarchical grey-DEMATEL approach. *Journal of Cleaner Production*, v. 134, p.469–481, 2015.
- SUBRAMANIAN, N.; e GUNASEKARAN, A. Cleaner supply-chain management practices for twenty-first-century organizational competitiveness: Practice-performance framework and research propositions, *International Journal of Production*, v. 164,p. 216–233, 2015.
- TURBAN, E.; ARONSON, J, E.; e LIANG, T-P. *Decision Support Systems and Intelligent Systems*, 7. ed: Editora Prentice Hall, 2007.
- TSENG, M. L. A causal and effect decision making model of service quality expectation using grey-fuzzy DEMATEL approach. *Expert Syst Appl*, v. 36, n. 4, p. 7738–7748, 2009.
- VAN DER LOEFF, W.; GODAR, J.; e PRAKASH, V. A Spatially explicit data-driven approach to calculating commodity-specific shipping emissions per vessel. *Journal of Cleaner Production*, v. 205, p. 895–908, 2018.

- VENKATESH D.; BOEHM C.; BARLOW L. D.; NANKISSOR N. N.; O'REILLY A. J.; KELLY S.; DACKS J. B.; e FIELD M. C. Evolution of the endomembrane systems of trypanosomatids: conservation and specialisation. *J. Cell Sci*, v. 8, p. 1421-1434, 2017.
- WANG, B.; e SUN, L. A review of reverse logistics. *App.Sciences*. v.7, n.1, p.16–29, 2005.
- WANG, P.; MENG, P.; ZHAI, J. Y.; e ZHU, Z. Q. A hybrid method using experiment design and grey relational analysis for multiple criteria decision making problems. *Knowledge-Based Systems*, v. 53, p. 100-107, 2013.
- WANG, Z.; MATHIYAZHAGAN, K.; XU, L.; e DIABAT, A. A decision making Trial and evaluation laboratory approach to analyze the barriersto Green supply chain management adoption in a food packaging company. *J.Cleaner Production*, v.117, p. 19–28, 2016.
- WANG, W.; TIAN, Y.; ZHU, Q.; e ZHONG, Y. Barriers for household e-waste collection in China: Perspectives from formal collecting enterprises in Liaoning Province. *J. Cleaner Prod.* v. 153, p. 299–308, 2017.
- WASSENHOVE, L.; e BESIOU, M. Complex problems with multiple stakeholders: how to bridge the gap between reality and OR/MS. *J. Bus.Economics*, v. 83, n. 1, p. 87–97, 2013.
- WEI, J.; ZHOU, L.; WANG, F.; e WU, D. Work safety evaluation in Mainland China using grey theory. *Applied mathematical modelling*, v. 39, n. 2, p. 924-933, 2015.
- WHITE, W. R. 50 years of productive partnership. *The OECD Observer: Organization for Economic Co-Operation and Development*, v. 284, p. 44-45, 2011.
- WOO, C.; KIM, M.G.; CHUNG, Y.; e RHO, J.J. Supplier's communication capability and external Green integration for Green and financial performance in Korean construction industry. *Journal of Cleaner Production*, v. 112, p. 483-493, 2016.
- WU, H.; e CHANG, S. A case study of using DEMATEL method to identify critical factors in Green supply chain management. *App. Math. and Computation*, v. 256, p. 394-403, 2015.
- WU, G. C.; CHENG, Y.H.; e HUANG, S.Y. The study of knowledge transfer and green management performance in Green supply chain management. *African Journal of Business Management*, v. 4, n. 1, p. 44-48, 2010.
- XIA, X.; GOVINDAN, K.; e ZHU, Q. Analyzing internal barriers for automotive parts remanufacturers in China using Grey-DEMATEL approach. *Journal Cleaner Production*, v. 87, n. 1, p. 811–825, 2015.
- YANG, Y. e JOHN, R. Grey systems and interval valued fuzzy sets. *EUSFLAT Conf.*, p.193-197, 2003.
- YUSUF, Y. Y.; GUNASEKARAN, A.; MUSA, A.; EL-BERISHY, N. M.; ABUBAKAR, T.; e AMBURSA, H. M. The UK oil and gas supply chains: An empirical analysis of adoption of sustainable measures and performance outcomes. *International Jornal Production Economics*, v.146, n. 2, p. 501–514, 2013.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; e GENG, Y. Barriers to environmentally-friendly clothing production among Chinese apparel companies. *Asian Business management*, v, 3, p. 107-117, 2011.
- ZHU, Q.; SARKIS, J.; e LAI, K. Supply chain-based barriers for truck-engine remanufacturing in China. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, v. 68, p. 103–117, 2014.



## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

Questionário		
Caro (a) Senhor (a) o questionário abaixo destina se a uma pesquisa com fins acadêmicos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da UFPE sobre a avaliação das barreiras logísticas do Pólo Gesseiro do Araripe Pernambucano.		
Informações do Respondente		
Nome: Empresa: Função: Tempo de Atuação: Data:		
Barreiras Logísticas do Pólo Gesseiro do Araripe		
Depois de ter sido realizado uma revisão bibliográfica e documental foram levantadas as seguintes barreiras do pólo gesseiro:		
Legenda	Barreira	Descrição
C1	Categoria: Organizacional	
B1	Baixo comprometimento da gerência	Resistência a mudança da gerência
B2	Baixo investimento em equipamentos/tecnologias avançadas	Falta de tecnologias atuais ou incompatibilidade dos equipamentos e tecnologias existentes
B3	Falta de sistemas de informação	Falta ou incompatibilidade dos sistemas de informação, gerando problemas na integração organizacional
B4	Falta de padronização nas atividades logísticas e metas bem definidas	Ausência de procedimentos padrões, metas e objetivos alinhados com a gerência
B5	Falta de recursos e infraestrutura	Infraestrutura deficiente e falta de recursos necessários
B6	Falta de um sistema de mensuração de desempenho logístico adequado	Falta da padronização das definições de indicadores para medir o desempenho logístico
B7	Roteirização e programação de veículos ineficiente	Técnicas para otimização de rotas e veículos inadequada ou ineficiente
B8	Alto custo com transporte e com a manutenção dos modais	Altas taxas para efetuar o transporte estadual e interestadual e necessidade de realizar manutenção frequente nos modais rodoviários
B9	Falta de mão de obra qualificada	Ausência de profissionais treinados e qualificados para as operações logísticas
B10	Inexistência de uma análise da logística e comercio exterior	
C2	Categoria: Governamental	
B11	Falta de suporte de políticas econômicas e leis executáveis	Falta de regulações e diretrizes que suportem o desenvolvimento da logística do pólo gesseiro
B12	Sistema de transporte ineficiente para o escoamento da produção	Problemas com as estradas, com a escassez de modais e um alto custo associado
B13	Atraso nas obras da transnordestina	Atraso na construção da transnordestina, que tem como objetivo a construção de uma rede ferroviária para interligar o porto de Pecém (CE) como porto de Suape (PE)
B14	Falta de investimento financeiro público	Falta de incentivo e investimento das empresas públicas

B15	Instabilidade nos preços e flutuações econômicas	Preços instáveis devido a flutuações econômicas
B16	Baixa qualidade das rodovias	Acesso restrito e rodovias com buracos e Baixa sinalização
B17	Dependência do transporte rodoviário	Pouca existência de outros modais mais econômicos e rápidos
B18	Falta de suporte logístico marítimo e ferroviário	Obras ferroviárias atrasadas e altas taxas para utilização de portos e transporte
B19	Corrupção	Desvios de verbas, obras inacabadas, congelamento de obras devido a irregularidades, atrasos recorrentes
C3	Categoria: Cadeia de suprimentos	
B20	Baixa integração da cadeia de suprimentos	Falta de suporte e coordenação entre os integrantes da cadeia de suprimentos
B21	Falta de percepção dos clientes e fornecedores sobre o impacto da logística	Falta de entendimento dos integrantes da cadeia de suprimentos sobre a importância de um planejamento logístico
B22	Falta do entendimento do compartilhamento de boas práticas (Benchmarking)	Dificuldade de obter informações sobre atividades que outras empresas praticam (comparação) que possam impulsionar as atividades logísticas
B23	Falta de dados históricos e informações logísticas disponíveis	Não compartilhamento de informações e dados devido a não confiança entre os elos e um armazenamento dos dados existentes de forma ineficiente

#### Análise de influência

Por gentileza preencher a tabela abaixo indicando a influência entre as barreiras, sendo:

- 0 - Sem influência
- 1 - Influência muito baixa
- 2 - Baixa Influência
- 3 - Alta Influência
- 4 - Influência muito alta

Por exemplo, se a Barreira B1 tem alta influencia na barreira B2, então marca-se na terceira coluna da primeira linha o número 3, se a barreira B2 tem influência baixa na barreira B7, então marca-se na oitava coluna da segunda linha o número 1, e assim sucessivamente.

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	
B1 (Baixo comprometimento da gerencia)																								
B2 (Baixo investimento em tecnologias)																								
B3 (Falta de Sistema de Informação)																								
B4 (Falta de padronização)																								
B5 (Falta de recursos e infraestrutura)																								
B6 (Falta de medição de desempenho)																								
B7 (Roteirização de veículos ineficiente)																								
B8 (Alto custo com transporte e manutenção)																								
B9 (Falta de mão de obra qualificada)																								
B10 (Inexistência de uma análise da logística)																								
B11 (Falta de suporte de políticas econômicas)																								
B12 (Sistema de transporte ineficiente)																								
B13 (Atraso nas obras da transnordestina)																								
B14 (Falta de investimento financeiro público)																								
B15 (Instabilidade nos preços)																								
B16 (Baixa qualidade das rodovias)																								
B17 (Dependência do transporte rodoviário)																								
B18 (Falta de suporte marítimo e ferroviário)																								
B19 (Corrupção)																								
B20(Baixa integração da cadeia)																								
B21 (Falta de percepção dos clientes)																								
B22 (Benchmarking)																								
B23 (Falta de dados históricos)																								

Obs: Todas as informações possuem finalidade acadêmica e é assegurado o sigilo dos dados.

**APÊNDICE B – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA GOVERNAMENTAL**

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	R
B1	0,064	0,119	0,094	0,150	0,089	0,142	0,150	0,084	0,093	0,104	0,046	0,053	0,026	0,025	0,018	0,011	0,045	0,026	0,036	0,143	0,101	0,131	0,146	1,896
B2	0,104	0,057	0,110	0,149	0,109	0,141	0,152	0,086	0,072	0,145	0,046	0,097	0,025	0,025	0,019	0,011	0,048	0,028	0,012	0,162	0,083	0,094	0,125	1,900
B3	0,114	0,089	0,058	0,156	0,135	0,128	0,139	0,091	0,099	0,132	0,073	0,061	0,034	0,034	0,021	0,014	0,046	0,030	0,039	0,171	0,127	0,139	0,154	2,083
B4	0,124	0,067	0,055	0,088	0,130	0,143	0,156	0,114	0,076	0,129	0,088	0,104	0,055	0,034	0,022	0,017	0,075	0,040	0,015	0,168	0,087	0,115	0,146	2,048
B5	0,089	0,126	0,116	0,155	0,074	0,146	0,160	0,098	0,098	0,155	0,091	0,126	0,056	0,034	0,019	0,021	0,057	0,041	0,020	0,155	0,091	0,100	0,112	2,139
B6	0,045	0,060	0,033	0,117	0,050	0,052	0,105	0,073	0,035	0,100	0,052	0,085	0,022	0,042	0,014	0,012	0,079	0,028	0,008	0,113	0,044	0,051	0,115	1,336
B7	0,041	0,041	0,032	0,099	0,067	0,112	0,061	0,112	0,055	0,101	0,029	0,089	0,025	0,022	0,018	0,011	0,083	0,069	0,007	0,134	0,047	0,071	0,056	1,381
B8	0,047	0,063	0,035	0,080	0,069	0,055	0,066	0,053	0,059	0,103	0,033	0,089	0,029	0,045	0,017	0,037	0,102	0,089	0,012	0,119	0,071	0,074	0,098	1,445
B9	0,105	0,117	0,092	0,145	0,087	0,099	0,128	0,082	0,047	0,120	0,043	0,072	0,027	0,027	0,014	0,011	0,043	0,029	0,015	0,138	0,100	0,110	0,141	1,794
B10	0,064	0,080	0,038	0,073	0,045	0,050	0,076	0,041	0,036	0,049	0,072	0,035	0,019	0,022	0,037	0,009	0,028	0,021	0,009	0,104	0,060	0,104	0,092	1,162
B11	0,092	0,133	0,103	0,095	0,141	0,086	0,127	0,154	0,106	0,165	0,049	0,121	0,109	0,102	0,075	0,074	0,110	0,113	0,068	0,168	0,103	0,087	0,113	2,493
B12	0,056	0,075	0,047	0,119	0,122	0,112	0,148	0,136	0,070	0,123	0,044	0,065	0,075	0,033	0,024	0,042	0,118	0,100	0,016	0,145	0,104	0,090	0,077	1,942
B13	0,044	0,045	0,037	0,058	0,056	0,053	0,093	0,128	0,044	0,069	0,037	0,113	0,034	0,052	0,024	0,084	0,096	0,100	0,057	0,146	0,117	0,097	0,063	1,648
B14	0,136	0,120	0,127	0,107	0,146	0,115	0,138	0,157	0,132	0,170	0,078	0,141	0,109	0,038	0,073	0,091	0,112	0,094	0,048	0,178	0,111	0,115	0,125	2,661
B15	0,016	0,017	0,015	0,014	0,019	0,013	0,017	0,018	0,015	0,042	0,035	0,016	0,010	0,032	0,006	0,007	0,011	0,009	0,030	0,043	0,013	0,014	0,016	0,426
B16	0,040	0,043	0,033	0,055	0,044	0,050	0,105	0,121	0,098	0,083	0,052	0,052	0,087	0,029	0,042	0,017	0,106	0,075	0,016	0,121	0,092	0,056	0,078	1,493
B17	0,040	0,040	0,034	0,079	0,050	0,075	0,123	0,113	0,038	0,060	0,028	0,104	0,044	0,022	0,036	0,012	0,039	0,031	0,008	0,134	0,087	0,091	0,076	1,364
B18	0,038	0,035	0,028	0,051	0,043	0,047	0,080	0,115	0,033	0,098	0,027	0,107	0,048	0,066	0,063	0,040	0,105	0,030	0,010	0,132	0,068	0,051	0,052	1,367
B19	0,021	0,023	0,016	0,023	0,045	0,021	0,034	0,057	0,020	0,033	0,039	0,032	0,083	0,037	0,015	0,059	0,050	0,045	0,009	0,040	0,027	0,024	0,027	0,779
B20	0,114	0,091	0,083	0,137	0,136	0,129	0,161	0,097	0,082	0,154	0,073	0,086	0,037	0,073	0,024	0,017	0,073	0,037	0,015	0,113	0,129	0,140	0,152	2,156
B21	0,146	0,121	0,131	0,171	0,130	0,142	0,175	0,126	0,111	0,169	0,100	0,075	0,041	0,078	0,027	0,020	0,080	0,039	0,019	0,193	0,079	0,154	0,170	2,496
B22	0,130	0,106	0,119	0,133	0,113	0,124	0,117	0,070	0,116	0,086	0,088	0,056	0,071	0,030	0,020	0,016	0,044	0,029	0,017	0,167	0,109	0,073	0,150	1,985
B23	0,111	0,068	0,061	0,130	0,074	0,126	0,133	0,072	0,042	0,107	0,033	0,046	0,019	0,024	0,012	0,008	0,038	0,021	0,009	0,141	0,069	0,079	0,066	1,490
D	1,781	1,738	1,497	2,383	1,977	2,160	2,643	2,199	1,578	2,496	1,257	1,825	1,084	0,924	0,640	0,643	1,589	1,124	0,495	3,127	1,917	2,059	2,351	

**APÊNDICE C– MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA DO CLIENTE**

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	R
B1	0,035	0,100	0,108	0,202	0,071	0,199	0,183	0,191	0,083	0,179	0,007	0,001	0,001	0,007	0,012	0,001	0,002	0,001	0,000	0,194	0,154	0,155	0,172	2,059
B2	0,066	0,026	0,123	0,150	0,060	0,151	0,161	0,137	0,017	0,104	0,001	0,001	0,000	0,004	0,010	0,001	0,001	0,000	0,000	0,171	0,103	0,164	0,174	1,625
B3	0,024	0,019	0,021	0,166	0,026	0,165	0,148	0,129	0,012	0,123	0,001	0,001	0,000	0,005	0,009	0,001	0,001	0,000	0,000	0,156	0,098	0,152	0,161	1,417
B4	0,021	0,023	0,024	0,065	0,054	0,151	0,111	0,146	0,018	0,140	0,001	0,001	0,000	0,006	0,008	0,001	0,001	0,000	0,000	0,119	0,117	0,087	0,124	1,221
B5	0,029	0,114	0,124	0,080	0,019	0,132	0,099	0,064	0,104	0,092	0,001	0,001	0,000	0,004	0,007	0,000	0,001	0,000	0,000	0,133	0,065	0,070	0,109	1,250
B6	0,026	0,023	0,025	0,162	0,023	0,073	0,116	0,152	0,044	0,147	0,001	0,001	0,000	0,006	0,010	0,001	0,001	0,000	0,000	0,126	0,151	0,149	0,159	1,397
B7	0,004	0,009	0,007	0,075	0,011	0,021	0,012	0,108	0,003	0,014	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,047	0,014	0,011	0,015	0,357
B8	0,007	0,075	0,052	0,021	0,075	0,025	0,022	0,018	0,009	0,017	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,015	0,021	0,024	0,409
B9	0,033	0,088	0,095	0,140	0,059	0,112	0,127	0,130	0,014	0,123	0,001	0,001	0,000	0,005	0,009	0,001	0,001	0,000	0,000	0,137	0,124	0,100	0,139	1,440
B10	0,067	0,060	0,063	0,178	0,030	0,174	0,158	0,168	0,016	0,073	0,009	0,005	0,003	0,039	0,011	0,005	0,004	0,003	0,000	0,142	0,160	0,135	0,172	1,674
B11	0,022	0,054	0,021	0,035	0,089	0,030	0,038	0,051	0,011	0,059	0,007	0,092	0,070	0,068	0,042	0,088	0,076	0,070	0,005	0,050	0,022	0,022	0,029	1,053
B12	0,009	0,010	0,008	0,085	0,021	0,020	0,087	0,094	0,004	0,017	0,000	0,009	0,000	0,001	0,006	0,096	0,000	0,000	0,000	0,059	0,017	0,013	0,018	0,574
B13	0,008	0,004	0,003	0,018	0,010	0,009	0,019	0,020	0,002	0,008	0,001	0,109	0,007	0,007	0,012	0,083	0,001	0,007	0,069	0,051	0,009	0,006	0,009	0,472
B14	0,033	0,059	0,029	0,052	0,094	0,040	0,051	0,065	0,013	0,095	0,096	0,124	0,073	0,011	0,017	0,123	0,079	0,073	0,011	0,063	0,030	0,030	0,038	1,302
B15	0,045	0,016	0,017	0,019	0,044	0,016	0,014	0,048	0,008	0,013	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	0,011	0,012	0,014	0,297
B16	0,052	0,017	0,016	0,069	0,053	0,031	0,096	0,102	0,010	0,025	0,000	0,096	0,000	0,001	0,039	0,009	0,000	0,000	0,000	0,096	0,025	0,021	0,027	0,788
B17	0,048	0,011	0,010	0,019	0,017	0,016	0,024	0,083	0,006	0,013	0,000	0,039	0,000	0,001	0,004	0,039	0,000	0,000	0,000	0,053	0,014	0,012	0,015	0,424
B18	0,051	0,012	0,010	0,018	0,017	0,017	0,022	0,088	0,006	0,014	0,000	0,039	0,000	0,001	0,003	0,007	0,095	0,000	0,000	0,054	0,014	0,013	0,015	0,497
B19	0,029	0,016	0,014	0,028	0,061	0,020	0,031	0,042	0,009	0,026	0,009	0,101	0,102	0,097	0,103	0,122	0,017	0,102	0,008	0,043	0,015	0,014	0,018	1,026
B20	0,058	0,018	0,016	0,087	0,019	0,111	0,072	0,048	0,011	0,076	0,001	0,000	0,000	0,003	0,041	0,000	0,001	0,000	0,000	0,047	0,133	0,078	0,111	0,934
B21	0,058	0,013	0,020	0,109	0,014	0,084	0,043	0,040	0,014	0,075	0,001	0,001	0,001	0,008	0,040	0,001	0,001	0,001	0,000	0,105	0,042	0,102	0,108	0,882
B22	0,048	0,014	0,045	0,065	0,014	0,066	0,032	0,028	0,012	0,033	0,001	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,005	0,000	0,000	0,035	0,030	0,027	0,064	0,524
B23	0,017	0,010	0,013	0,112	0,011	0,138	0,072	0,045	0,008	0,103	0,001	0,001	0,000	0,004	0,007	0,001	0,001	0,000	0,000	0,104	0,080	0,104	0,050	0,882
D	0,790	0,792	0,865	1,956	0,894	1,803	1,739	1,997	0,433	1,569	0,143	0,625	0,261	0,280	0,396	0,580	0,289	0,261	0,094	2,027	1,443	1,501	1,764	

**APÊNDICE D – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA ACADÊMICA**

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	R
B1	0,021	0,087	<b>0,109</b>	<b>0,114</b>	0,083	0,098	0,097	0,043	0,049	0,101	0,054	0,017	0,004	0,045	0,005	0,008	0,005	0,010	0,003	<b>0,119</b>	0,091	<b>0,123</b>	<b>0,120</b>	1,405
B2	0,021	0,040	0,102	0,088	0,096	<b>0,109</b>	0,092	0,058	0,065	0,056	0,031	0,017	0,007	0,041	0,008	0,007	0,004	0,005	0,003	<b>0,112</b>	0,071	0,097	0,094	1,223
B3	0,021	0,038	0,034	0,100	0,053	0,103	0,105	0,071	0,019	0,089	0,047	0,013	0,002	0,021	0,006	0,002	0,002	0,004	0,002	0,104	0,066	<b>0,111</b>	<b>0,106</b>	1,119
B4	0,015	0,052	0,034	0,033	0,030	0,095	0,078	0,048	0,040	0,029	0,024	0,033	0,004	0,037	0,003	0,003	0,004	0,004	0,002	0,079	0,060	0,101	0,079	0,888
B5	0,011	0,088	0,089	0,075	0,027	0,079	0,079	0,069	0,040	0,027	0,040	0,014	0,003	0,017	0,026	0,002	0,002	0,004	0,001	0,081	0,046	0,046	0,061	0,928
B6	0,015	0,051	0,052	0,074	0,048	0,034	0,076	0,028	0,020	0,046	0,043	0,011	0,002	0,018	0,006	0,002	0,002	0,004	0,001	0,078	0,058	0,100	0,097	0,867
B7	0,014	0,022	0,019	0,023	0,016	0,024	0,023	0,056	0,010	0,015	0,013	0,006	0,001	0,009	0,001	0,001	0,001	0,002	0,001	0,062	0,048	0,084	0,063	0,513
B8	0,006	0,038	0,019	0,021	0,037	0,059	0,081	0,014	0,013	0,015	0,009	0,005	0,001	0,007	0,002	0,001	0,004	0,001	0,001	0,043	0,047	0,045	0,025	0,494
B9	0,042	0,104	<b>0,107</b>	<b>0,112</b>	0,082	0,098	0,098	0,079	0,024	0,079	0,032	0,014	0,003	0,025	0,004	0,003	0,003	0,004	0,002	<b>0,118</b>	0,091	<b>0,123</b>	<b>0,119</b>	1,366
B10	0,009	0,017	0,037	0,039	0,034	0,040	0,021	0,015	0,011	0,011	0,009	0,004	0,001	0,006	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,020	0,044	0,041	0,040	0,403
B11	0,035	0,072	0,034	0,056	0,070	0,058	0,041	0,071	0,041	0,070	0,020	0,034	0,008	0,037	0,009	0,008	0,011	0,048	0,009	0,079	0,029	0,060	0,058	0,958
B12	0,016	0,032	0,030	0,052	0,049	0,057	0,039	0,088	0,019	0,088	0,042	0,013	0,027	0,038	0,009	0,008	0,029	0,010	0,008	0,074	0,059	0,076	0,055	0,917
B13	0,012	0,028	0,024	0,026	0,030	0,071	0,098	0,098	0,017	0,093	0,061	0,041	0,008	0,039	0,034	0,010	0,075	0,073	0,054	0,036	0,042	0,033	0,030	1,034
B14	0,045	<b>0,115</b>	<b>0,114</b>	0,086	<b>0,116</b>	<b>0,113</b>	0,101	<b>0,113</b>	0,055	<b>0,109</b>	0,104	0,095	0,073	0,034	0,039	0,074	0,080	0,080	0,059	<b>0,118</b>	0,088	0,095	<b>0,110</b>	2,015
B15	0,013	0,046	0,045	0,049	0,045	0,052	0,034	0,049	0,017	0,029	0,040	0,053	0,028	0,036	0,005	0,007	0,011	0,030	0,006	0,053	0,055	0,053	0,032	0,785
B16	0,016	0,032	0,030	0,055	0,032	0,077	0,098	0,093	0,020	0,090	0,043	0,075	0,008	0,020	0,008	0,004	0,006	0,006	0,026	0,098	0,080	0,066	0,061	1,045
B17	0,013	0,050	0,029	0,052	0,052	0,059	0,098	0,098	0,019	0,092	0,025	0,082	0,014	0,059	0,051	0,051	0,010	0,014	0,049	0,061	0,033	0,043	0,038	1,094
B18	0,012	0,026	0,022	0,046	0,027	0,031	0,092	0,091	0,016	0,086	0,039	0,018	0,007	0,020	0,032	0,009	0,069	0,009	0,068	0,051	0,040	0,034	0,049	0,895
B19	0,016	0,058	0,036	0,041	0,078	0,049	0,055	<b>0,113</b>	0,043	0,089	0,071	0,089	0,074	0,083	0,075	0,073	0,062	0,080	0,017	0,051	0,038	0,045	0,042	1,378
B20	0,043	0,087	0,069	0,090	0,082	0,075	0,093	0,063	0,068	0,062	0,071	0,039	0,006	0,062	0,005	0,009	0,007	0,012	0,005	0,056	0,088	<b>0,117</b>	<b>0,114</b>	1,322
B21	0,019	0,076	0,079	0,081	0,073	0,086	0,086	0,074	0,042	0,053	0,027	0,035	0,004	0,039	0,004	0,004	0,004	0,005	0,003	0,069	0,039	0,090	0,105	1,096
B22	0,079	0,104	<b>0,107</b>	<b>0,113</b>	0,083	<b>0,116</b>	<b>0,115</b>	0,061	0,049	0,100	0,071	0,018	0,004	0,044	0,005	0,004	0,004	0,007	0,003	0,102	0,061	0,064	0,101	1,416
B23	0,061	0,083	0,102	0,089	0,062	0,092	0,092	0,060	0,028	0,062	0,089	0,038	0,005	0,044	0,005	0,004	0,005	0,008	0,003	<b>0,114</b>	0,071	<b>0,118</b>	0,054	1,288
D	0,555	1,348	1,322	1,514	1,306	1,674	1,794	1,551	0,725	1,491	1,006	0,764	0,291	0,781	0,343	0,295	0,401	0,420	0,325	1,779	1,345	1,764	1,654	

**APÊNDICE E – MATRIZ DE RELAÇÃO TOTAL PARA A PERSPECTIVA ORGANIZACIONAL**

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20	B21	B22	B23	R
B1	0,007	0,061	0,040	0,082	0,067	0,059	0,044	0,016	0,015	0,044	0,006	0,030	0,004	0,016	0,011	0,017	0,016	0,012	0,002	0,055	0,020	0,058	0,027	0,710
B2	0,015	0,028	0,067	0,091	0,078	0,083	0,052	0,041	0,018	0,072	0,013	0,061	0,010	0,022	0,014	0,027	0,023	0,019	0,003	0,104	0,048	0,049	0,073	1,015
B3	0,009	0,036	0,013	0,058	0,040	0,034	0,018	0,012	0,007	0,019	0,003	0,021	0,003	0,012	0,005	0,011	0,008	0,011	0,002	0,065	0,016	0,036	0,058	0,496
B4	0,015	0,050	0,030	0,030	0,077	0,046	0,089	0,025	0,038	0,053	0,008	0,080	0,009	0,023	0,011	0,063	0,024	0,023	0,009	0,104	0,049	0,029	0,088	0,972
B5	0,067	<b>0,117</b>	<b>0,114</b>	<b>0,124</b>	0,084	0,090	<b>0,106</b>	0,094	0,071	<b>0,122</b>	0,042	<b>0,145</b>	0,028	0,084	0,069	<b>0,111</b>	<b>0,109</b>	<b>0,106</b>	0,014	<b>0,151</b>	0,076	0,090	0,096	2,108
B6	0,016	0,051	0,030	0,072	0,078	0,024	0,091	0,026	0,039	0,054	0,008	0,082	0,009	0,023	0,011	0,064	0,024	0,024	0,009	<b>0,106</b>	0,050	0,029	0,089	1,010
B7	0,013	0,062	0,044	0,027	0,051	0,041	0,022	0,021	0,035	0,064	0,008	0,088	0,007	0,018	0,009	0,021	0,020	0,019	0,003	0,076	0,043	0,024	0,045	0,761
B8	0,061	<b>0,105</b>	0,105	0,093	<b>0,122</b>	0,062	0,073	0,041	0,027	<b>0,110</b>	0,019	<b>0,123</b>	0,018	0,055	0,026	0,063	0,097	0,077	0,011	<b>0,132</b>	0,081	0,084	0,067	1,651
B9	0,056	0,052	0,051	0,054	0,097	0,048	0,071	0,025	0,015	0,035	0,012	0,078	0,012	0,042	0,011	0,027	0,025	0,024	0,009	0,087	0,086	0,032	0,071	1,021
B10	0,016	0,048	0,048	0,031	0,080	0,026	0,033	0,030	0,014	0,030	0,054	0,100	0,017	0,044	0,056	0,049	0,050	0,048	0,005	0,063	0,045	0,045	0,024	0,958
B11	0,041	0,039	0,038	0,041	<b>0,111</b>	0,051	0,042	0,079	0,022	0,100	0,014	<b>0,115</b>	0,057	0,031	0,043	0,077	0,079	0,058	0,012	0,093	0,035	0,034	0,032	1,244
B12	0,046	0,091	0,089	0,078	<b>0,112</b>	0,082	<b>0,118</b>	<b>0,106</b>	0,067	0,079	0,037	0,076	0,043	0,059	0,028	0,104	0,103	0,099	0,013	<b>0,140</b>	0,087	0,084	0,088	1,829
B13	0,042	0,040	0,039	0,044	<b>0,114</b>	0,034	<b>0,106</b>	0,101	0,025	0,104	0,018	<b>0,122</b>	0,019	0,034	0,047	0,081	0,102	0,098	0,033	0,061	0,038	0,035	0,033	1,370
B14	0,028	0,091	0,091	0,079	<b>0,135</b>	0,064	0,085	<b>0,114</b>	0,050	0,082	0,040	<b>0,139</b>	0,084	0,038	0,051	<b>0,110</b>	<b>0,112</b>	<b>0,108</b>	0,036	<b>0,121</b>	0,087	0,066	0,068	1,880
B15	0,015	0,055	0,055	0,057	0,105	0,049	0,037	0,074	0,018	0,058	0,036	<b>0,107</b>	0,018	0,066	0,018	0,038	0,056	0,072	0,011	0,054	0,051	0,030	0,030	1,110
B16	0,022	0,063	0,043	0,082	0,098	0,055	<b>0,108</b>	0,101	0,026	0,050	0,016	<b>0,122</b>	0,059	0,071	0,042	0,040	0,081	0,079	0,013	0,103	0,059	0,037	0,040	1,412
B17	0,023	0,046	0,062	0,083	0,101	0,055	<b>0,109</b>	0,102	0,026	0,069	0,018	<b>0,125</b>	0,059	0,055	0,062	0,099	0,042	0,080	0,013	0,105	0,060	0,056	0,038	1,489
B18	0,023	0,065	0,064	0,085	0,101	0,038	<b>0,108</b>	0,102	0,045	0,088	0,018	<b>0,126</b>	0,040	0,055	0,063	0,081	0,100	0,039	0,012	<b>0,106</b>	0,062	0,039	0,041	1,501
B19	0,013	0,021	0,020	0,020	0,053	0,015	0,024	0,028	0,033	0,025	0,007	0,036	0,071	0,039	0,073	0,042	0,044	0,044	0,005	0,028	0,017	0,013	0,014	0,685
B20	0,014	0,048	0,066	0,050	0,075	0,043	0,029	0,041	0,016	0,069	0,009	0,074	0,008	0,041	0,014	0,022	0,021	0,023	0,003	0,043	0,064	0,085	0,068	0,926
B21	0,004	0,017	0,035	0,016	0,039	0,013	0,034	0,010	0,006	0,037	0,005	0,021	0,004	0,033	0,006	0,010	0,013	0,009	0,002	0,062	0,012	0,055	0,036	0,479
B22	0,004	0,035	0,016	0,016	0,038	0,014	0,033	0,010	0,006	0,037	0,005	0,021	0,004	0,032	0,006	0,010	0,009	0,012	0,002	0,060	0,012	0,012	0,034	0,429
B23	0,011	0,042	0,042	0,081	0,051	0,039	0,026	0,015	0,014	0,064	0,011	0,050	0,005	0,018	0,008	0,020	0,017	0,016	0,002	0,094	0,060	0,062	0,024	0,773
D	0,563	1,261	1,201	1,393	1,906	1,067	1,457	1,216	0,634	1,466	0,407	1,944	0,588	0,914	0,684	1,186	1,174	1,102	0,223	2,014	1,159	1,085	1,184	