

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA POLITÉCNICA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS

PEDRO FERNANDES DE OLIVEIRA GOMES

AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE COMO ESTRATÉGIA PARA A ADOÇÃO DE  
TECNOLOGIAS *SMART* NA CADEIA DE SUPRIMENTOS AUTOMOTIVA

CURITIBA  
2019

PEDRO FERNANDES DE OLIVEIRA GOMES

AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE COMO ESTRATÉGIA PARA A ADOÇÃO DE  
TECNOLOGIAS *SMART* NA CADEIA DE SUPRIMENTOS AUTOMOTIVA

Relatório de dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Católica do Paraná como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas.

Área de concentração: Modelagem, Controle e Automação de Sistemas.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos  
Coorientador: Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures

CURITIBA  
2019

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central  
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

G633a  
2019

Gomes, Pedro Fernandes de Oliveira

Avaliação da interoperabilidade como estratégia para a adoção de tecnologias *smart* na cadeia de suprimentos automotiva / Pedro Fernandes de Oliveira Gomes ; orientador: Eduardo Alves Portela Santos ; coorientador: Eduardo de Freitas Rocha Loures. – 2029.  
113, [2] f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2019  
Bibliografia: f. 87-92

1. Administração da produção - Processamento de dados. 2. Canais de distribuição. 3. Processo decisório por multicritério. I. Santos, Eduardo Alves Portela. II. Loures, Eduardo de Freitas Rocha. III. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. IV. Título.

CDD 20. ed. – 658.500285

## TERMO DE APROVAÇÃO

**Pedro Fernandes de Oliveira Gomes**

### **AVALIAÇÃO DA INTEROPERABILIDADE COMO ESTRATÉGIA PARA A ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS SMART NA CADEIA DE SUPRIMENTOS AUTOMOTIVA.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Curso de Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, da Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



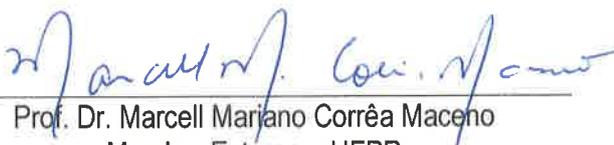
Prof. Dr. Eduardo Alves Portela Santos  
Orientador



Prof. Dr. Eduardo de Freitas Rocha Loures  
Coorientador



Prof. Dr. Fernando Deschamps  
Membro Interno – PPGEPS/PUCPR



Prof. Dr. Marcell Marjano Corrêa Maceno  
Membro Externo – UFPR

**Curitiba, 09 de dezembro de 2019.**

Dedico este trabalho aos meus pais, Rudnei e Marilda, por sempre me apoiarem.  
À Leonice (*in memoriam*), por me ensinar o caminho da honestidade.  
Ao Gelsomir (*in memoriam*), por perseverar.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente o apoio que obtive dos meus orientadores Professor Eduardo Portela e Professor Eduardo Loures. Vocês foram fundamentais em cada momento desta jornada. Sem vocês, ela não seria possível. Obrigado por acreditarem na minha capacidade e me permitirem tantas experiências inesquecíveis!

Ao Giovani, pela valiosa amizade, pelas longas mensagens de áudio, pelo trabalho em equipe, pelas famosas piadas, pela sinceridade, pelo carinho, pelos almoços e pelos cafés.

Aos Eduardo's, pela valiosa amizade, pelos cafés, pelos desabafos, pela sinceridade e pela confiança em meu trabalho.

À Denise, por sempre estar disposta a me ajudar e orientar.

À Franciely e Tamires, pela inabalável amizade e pelo mútuo apoio em nossas pesquisas.

À Mayumi e Hélio, pelas horas de conversas, pelo reencontro após anos de saudades e por sempre me receberem com tanto carinho.

Ao Leandro e à Marrie, pelo carinho diário.

À Pontifícia Universidade Católica do Paraná, pelas oportunidades, vivências e qualidade no ensino.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas (PPGEPS), pelas oportunidades de conhecer a ciência como ela deve ser feita.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

*”Daylight  
In bad dreams  
In a cool world  
Full of cruel things  
Hang tight  
All you!”*

(Lorn, 2014)

## RESUMO

Cadeias produtivas complexas como a automotiva estão em constante interação com seus parceiros de negócio. Essas organizações, por sua vez, possuem estruturas produtivas, organizacionais e tecnológicas distintas e com características que impedem essas interações. Como estratégia para resolver estes impedimentos, a interoperabilidade apresenta características fundamentais à promoção de aspectos como integração, cooperação e colaboração entre organizações distintas. Essas características são definidas como as barreiras e preocupações da interoperabilidade. De forma a ser mais competitiva, a cadeia de suprimentos automotiva busca adotar tecnologias provenientes da *smart supply chain*, estruturando processos produtivos inteligentes e autônomos que apoiem o desenvolvimento da sua interoperabilidade. Para contribuir com a seleção e adoção dessas novas tecnologias, este trabalho propõe um modelo de avaliação diagnóstica e propositiva estruturado com os métodos multicritério de apoio à decisão *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). Os resultados obtidos com a aplicação do modelo proposto evidenciam a sua capacidade de identificar as forças e fraquezas da organização no que se refere à interoperabilidade e à *smart supply chain*. A partir destes aspectos identificados, o modelo apoia a tomada de decisão acerca de quais tecnologias devem ser adotadas, considerando o estado diagnóstico da organização.

Palavras-chave: interoperabilidade, *smart supply chain*, suporte à tomada de decisão, método multicritério de apoio à decisão, organização digital.

## ABSTRACT

Complex supply chains like automotive are constantly interacting with their business partners. These organizations, in turn, have distinct productive, organizational, and technological structures with characteristics that hinder these interactions. As a strategy to address these impediments, interoperability shows fundamental characteristics for promoting aspects such as integration, cooperation and collaboration between different organizations. These features are defined as the barriers and concerns of interoperability. To be more competitive, the automotive supply chain has often embraced technologies from smart supply chain, structuring intelligent, autonomous and more interoperable production processes. To contribute to the selection and adoption of these new technologies, this research proposes a diagnostic and propositive evaluation model structured by multicriteria decision making methods Analytic Hierarchy Process (AHP) e Preference Ranking Organization METHOD for Enrichment Evaluation (PROMETHEE). The proposed model instantiation results show its ability to identify the evaluated organization strengths and weaknesses interoperability and smart supply chain. From these identified aspects, the model supports decision making to which smart technologies should be adopted, considering the organization diagnostic state.

**Keywords:** interoperability, smart supply chain, decision making support, multicriteria decision making methods, digital enterprise.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Hierarquia do problema de decisão. . . . .	31
Figura 2	Exemplo de matriz de decisão ( $A$ ) para as comparações paritárias. . . . .	32
Figura 3	Tipos de função de preferência para o método PROMETHEE. . . . .	37
Figura 4	Fases de desenvolvimento da pesquisa. . . . .	41
Figura 5	Relação entre organização, instrumento de avaliação e procedimentos de avaliação. . . . .	42
Figura 6	Atividades da Fase I. . . . .	43
Figura 7	Atividades da Fase II. . . . .	44
Figura 8	Atividades da Fase III. . . . .	47
Figura 9	Ciclo de reaplicação do modelo MAATS. . . . .	49
Figura 10	Procedimento executivo da avaliação diagnóstica. . . . .	50
Figura 11	Árvore hierárquica da avaliação diagnóstica. . . . .	51
Figura 12	Modelagem da árvore hierárquica do problema de decisão no <i>SuperDecisions</i> . . . . .	54
Figura 13	Construção das comparações paritárias no <i>SuperDecisions</i> . . . . .	55
Figura 14	Comportamento exponencial de $\rho_k$ (Equação 14). . . . .	58
Figura 15	Comportamento corrigido de $\rho_k$ (Equação 17), para $1 \geq a \geq 0$ . . . . .	60
Figura 16	Procedimento executivo da avaliação propositiva. . . . .	62
Figura 17	Matriz de decisão PROMETHEE. . . . .	63
Figura 18	Ciclo de aplicação do modelo MAATS. . . . .	66
Figura 19	Radar diagnóstico para as barreiras da interoperabilidade. . . . .	71
Figura 20	Radar diagnóstico para as preocupações da interoperabilidade. . . . .	73
Figura 21	Radar diagnóstico para as preocupações da interoperabilidade. . . . .	75
Figura 22	Distribuição dos pesos normalizados ( $\tau_k$ ). . . . .	77
Figura 23	Matriz de decisão agregada para a avaliação propositiva. . . . .	78
Figura 24	Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE. . . . .	80
Figura 25	Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE. . . . .	81
Figura 26	Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE. . . . .	82

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Definição das perspectivas da interoperabilidade. . . . .	17
Quadro 2	Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Conceitual. . . . .	18
Quadro 3	Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Tecnológica. . . . .	19
Quadro 4	Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Organizacional. . . . .	20
Quadro 5	Características da <i>Smart Supply Chain</i> . . . . .	23
Quadro 6	Princípios da <i>smart supply chain</i> indicados na literatura. . . . .	24
Quadro 7	Análise dos princípios da <i>smart supply chain</i> indicados na literatura. . . . .	25
Quadro 8	Princípios da <i>smart supply chain</i> utilizados no modelo MAATS. . . . .	26
Quadro 9	Tecnologias recomendadas para a evolução <i>smart</i> . . . . .	27
Quadro 10	Escala de comparações paritárias do método AHP. . . . .	32
Quadro 11	Resultados da função de preferência. . . . .	36
Quadro 12	Análise do fluxo de preferência resultante. . . . .	39
Quadro 13	Escala de comparações paritárias de importância do procedimento de avaliação diagnóstica. . . . .	52
Quadro 14	Escala de comparações paritárias de desempenho do procedimento de avaliação diagnóstica. . . . .	53
Quadro 15	Matrizes de decisão para a avaliação diagnóstica. . . . .	54
Quadro 16	Escala de julgamento para a Avaliação Propositiva. . . . .	64
Quadro 17	Caracterização dos decisores. . . . .	68

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Índice de Consistência Aleatório. . . . .	34
Tabela 2	Cálculo dos pesos absoluto ( $\rho_k$ ) e normalizado ( $\tau_k$ ) (Equações 14 e 16). . .	59
Tabela 3	Cálculo dos pesos absoluto ( $\rho_k$ ) e normalizado ( $\tau_k$ ) (Equações 20 e 21). . .	61
Tabela 4	Comparativo dos pesos absolutos e normalizados. . . . .	62
Tabela 5	Pesos globais para os elementos diagnósticos. . . . .	69
Tabela 6	Relação de consistência para a avaliação diagnóstica. . . . .	70
Tabela 7	Cálculo dos <i>gaps</i> diagnósticos para os princípios da <i>smart supply chain</i> . . .	76
Tabela 8	Cálculo dos pesos absolutos e normalizados para os princípios da <i>smart supply chain</i> . . . . .	77

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>10</b>
1.1	Objetivos . . . . .	12
1.1.1	Objetivo Geral . . . . .	12
1.1.2	Objetivos Específicos . . . . .	12
1.2	Justificativa . . . . .	12
1.3	Estrutura da Dissertação . . . . .	14
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>15</b>
2.1	Interoperabilidade . . . . .	15
2.2	<i>Smart Supply Chain</i> . . . . .	21
2.3	Métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão . . . . .	29
2.3.1	<i>Analytic Hierarchy Process</i> . . . . .	30
2.3.2	<i>Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation</i> . . . . .	34
2.4	Síntese e Considerações Gerais da Seção . . . . .	39
<b>3</b>	<b>MÉTODO DE PESQUISA</b>	<b>41</b>
3.1	Fase I - Base Conceitual . . . . .	43
3.2	Fase II - Concepção . . . . .	44
3.3	Fase III - Caso de Aplicação . . . . .	46
3.4	Síntese e Considerações Gerais da Seção . . . . .	47
<b>4</b>	<b>CONCEPÇÃO DO MODELO</b>	<b>49</b>
4.1	Avaliação Diagnóstica . . . . .	49
4.2	Análise para Determinação das Fragilidades Diagnosticadas . . . . .	56
4.3	Avaliação Propositiva . . . . .	62
4.4	Síntese e Considerações Gerais da Seção . . . . .	65
<b>5</b>	<b>CASO DE APLICAÇÃO</b>	<b>67</b>
5.1	Resultados da Avaliação Diagnóstica . . . . .	68
5.2	Resultados da Avaliação Propositiva . . . . .	78
5.3	Análise do Caso de Aplicação . . . . .	83
5.4	Síntese e Considerações Gerais da Seção . . . . .	84
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>87</b>
	<b>Apêndice A – Instrumento de Avaliação Diagnóstica</b>	<b>93</b>
	<b>Apêndice B – Instrumento de Avaliação Propositiva</b>	<b>102</b>
	<b>Apêndice C – Glossário de Conceitos</b>	<b>104</b>
	<b>Apêndice D – Avaliação Diagnóstica Decisor 1</b>	<b>107</b>
	<b>Apêndice E – Avaliação Diagnóstica Decisor 2</b>	<b>110</b>
	<b>Apêndice F – Avaliação Diagnóstica Decisor 3</b>	<b>113</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as revoluções industriais transformaram a economia e o cotidiano das pessoas com o aumento da produtividade, da customização e da disponibilidade de bens de consumo. A evolução da tecnologia nas últimas três décadas e sua integração com os processos de negócio trouxeram benefícios à cadeia de valor. Alguns desses benefícios são o aumento da produtividade, redução de custos produtivos, oferta de soluções mais eficazes aos clientes, melhoria da qualidade, velocidade de entrega e custo/benefício (CHENG et al., 2015; SANTOS; MANHÃES; LIMA, 2018).

Neste sentido, operações produtivas estão a caminho de uma nova revolução, conduzida pela *smart supply chain*. Sua definição reside na soma de todas as inovações implementadas em uma cadeia de suprimentos para promover sua digitalização, automação, transparência, colaboração e disponibilidade de dados em tempo real. Portanto, esta revolução está transformando indústrias já estabelecidas em processos produtivos inteligentes e autônomos, com o apoio de sistemas ciberfísicos (CPS), *internet of things* (IoT) e *cloud computing*. Esses elementos tecnológicos promovem o intercâmbio de dados e integração ao longo da cadeia de suprimentos de modo que se tornem inteligentes/*smart*. Além disso, eles permitem a sincronização de operações com fornecedores para reduzir o *leadtime* e as distorções informacionais (ARNOLD; KIEL; VOIGT, 2016; PFOHL; YAHSI; KURNAZ, 2017; MÜLLER; KIEL; VOIGT, 2018; LIN et al., 2018; FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

A *smartness* da cadeia de suprimentos é caracterizada por um sistema inteligente e tecnológico apoiado na disponibilidade massiva de dados, alinhada à cooperação e comunicação suportada por *hardwares*, *softwares* e redes. Esses elementos são capazes de sincronizar e suportar interações entre organizações, promovendo serviços com maior valor agregado, com maior disponibilidade, mais viáveis e capazes de entregar resultados ágeis, efetivos e consistentes. Logo, a *smartness* ajuda a cadeia de suprimentos a se adaptar a mercados voláteis de modo rápido e flexível, com tomadas de decisão executadas com apoio de alta disponibilidade de informações (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018; DOUAIYOUI et al., 2018; GUPTA et al., 2019).

O objetivo *smart* é superar os desafios atuais como intensificação da competitividade global, demandas e mercados dinâmicos, maiores níveis de customização e redução do ciclo de vida da inovação e de produtos. Porém, a integração e conexão entre sistemas produtivos promovidas pela *smart supply chain* devem permear toda a cadeia de valor, de forma a contribuir com a sua interoperabilidade (KIEL et al., 2017).

Assim, aquelas que são capazes de compartilhar, compreender e processar informações entre parceiros de negócios são caracterizadas como interoperáveis (LEGNER; WENDE, 2006). Com isto, apoiada em sistemas de informação, a organização melhora sua capacidade organizacional e operacional em interagir e trocar informações com organizações externas como parceiros, fornecedores, clientes e cidadãos, de modo a gerar valor (LEBRETON; LEGNER, 2007; CHALMETA; CAMPOS; GRANGEL, 2001). Portanto, a interoperabilidade promove à estrutura organizacional a flexibilidade e dinâmica para ser ágil nas adequações necessárias às mudanças do mercado (VERNADAT, 2007).

De forma a desenvolver aspectos da cadeia de suprimentos como colaboração, integração, cooperação, comunicação e intercâmbio de dados, a interoperabilidade surge como abordagem fundamental para configurar organizações para que sua *smartness* seja potencializada pela combinação entre as características da interoperabilidade e da *smart supply chain*. Assim, a interoperação de organizações com seus parceiros de negócio é apoiada com a adoção de tecnologias.

Na cadeia de suprimentos automotiva, tecnologias digitais e avançadas são largamente implementadas, pois suas organizações produtivas são forçadas a incorporá-las para se manterem no mercado ou para atender uma necessidade do cliente (KAMARUDDIN; UDIN, 2009). Embora haja esta demanda para as tecnologias e para o conceito da *smart supply chain*, também há uma lacuna entre a necessidade de promover a *smart supply chain* na teoria e uma resposta prática para a sua implementação (LIN et al., 2018).

Neste contexto, este trabalho propõe um modelo diagnóstico e propositivo para organizações da cadeia de suprimentos automotiva. Sua fase diagnóstica tem como objetivo avaliar organizações em relação aos aspectos da interoperabilidade (barreiras e preocupações). Sua fase propositiva tem por objetivo selecionar as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* mais adequadas ao desenvolvimento dos princípios da *smart supply chain*. As fases do modelo foram instrumentalizadas com os métodos multicritério de apoio à decisão *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). O modelo proposto foi aplicado em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva, localizada na região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná.

## 1.1 Objetivos

Os objetivos da presente pesquisa estão relacionados ao contexto da interoperabilidade e da *smart supply chain* que, combinados, podem contribuir com a tomada de decisão de cadeias de suprimentos complexas, como a automotiva.

### 1.1.1 Objetivo Geral

Para que seja possível avaliar uma organização inserida na cadeia de suprimentos automotiva para contribuir com a sua tomada de decisão relacionada à escolha de tecnologias *smart*, o objetivo geral deste trabalho foi conceber um modelo de avaliação diagnóstica e propositiva para a adoção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, considerando a interoperabilidade como ótica avaliativa.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Como desdobramento do objetivo geral, tem-se os seguintes objetivos específicos:

1. Delimitar e definir os elementos conceituais necessários para a concepção do modelo de avaliação, considerando os domínios interoperabilidade e *smart supply chain*;
2. Desenvolver um procedimento de avaliação diagnóstica capaz de determinar o estado atual e planejado de uma organização nas óticas da interoperabilidade e *smart supply chain*;
3. Elaborar um procedimento propositivo para a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* a serem adotadas pela organização avaliada;
4. Aplicar o modelo de avaliação concebido em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva.

## 1.2 Justificativa

Uma cadeia de suprimentos pode ser definida como a rede que se estabelece entre organizações e seus fornecedores para produzir e distribuir um produto específico (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). No contexto da cadeia de suprimentos automotiva, esta rede é ampla e contém muitas organizações produtivas como resultado do *outsourcing* do processo produtivo (SÁNCHEZ; PÉREZ, 2005; LIN et al., 2018). Isto se dá pelo fato do produto automotivo ser constituído

por uma grande quantidade de itens que devem trabalhar em conjunto, como uma unidade integrada, exigindo que seus processos de projeto e produção sejam coordenados para garantir a compatibilidade entre esses itens produzidos, bem como da informação trocada entre os envolvidos nos processos de negócio, tendo a interoperabilidade como apoio à estes processos (BRUNNERMEIER; MARTIN, 1999).

Neste contexto, as organizações produtivas buscam aumentar sua vantagem competitiva pela formação de redes inovativas de agregação de valor, combinando competências de diferentes parceiros de negócio (LEGNER; WENDE, 2006). Entretanto, o cenário no qual essas organizações industriais atuam vem enfrentando mudanças econômicas, sociais e principalmente tecnológicas. Para que sejam capazes de acompanhar estas mudanças, estas organizações precisam ser capazes de gerir toda a sua cadeia de valor de forma rápida e responsiva às necessidades do mercado consumidor (GLIGOR; HOLCOMB, 2012). Entretanto, as cadeias de suprimentos tradicionalmente estruturadas como processos aglomerados e discretos não possuem algumas características necessárias que são e serão exigidas pelo mercado, as forçando a se transformarem em sistemas integrados e executados sem falhas (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Como estratégia para se adequarem a este novo cenário econômico, as tecnologias recomendadas pela *smart supply chain* permitirão revolucionar a forma na qual se cria valor. Embora os ganhos demonstrados pela *smart supply chain* sejam amplos, há uma lacuna de literaturas sobre a implementação de práticas de *smart manufacturing* e as organizações têm dificuldades em compreender este conceito, sendo necessários o desenvolvimento de novos modelos e ferramentas que possam guiar a adaptação das estratégias de negócio e operações para este novo contexto (LEHMACHER et al., 2017).

De modo a atender esta necessidade, vários modelos de maturidade digital foram desenvolvidos por pesquisadores e por profissionais. Destes modelos, a maioria está limitada ao propósito descritivo, ou seja, a descrever o nível de adoção da Indústria 4.0/*smart supply chain* pelas organizações que os utilizam como sistemática de diagnóstico (COLLI et al., 2018; CANETTA; BARNI; MONTINI, 2018). Além disso, a interoperabilidade se apresenta como um dos elementos a serem implantados na organização, e não como uma ótica avaliativa para diagnosticá-la. Assim, a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* que se mostram como as mais adequadas a serem implementadas de acordo com o estado atual da organização avaliada se torna um aspecto não abordado em profundidade.

Portanto, torna-se relevante o desenvolvimento de um modelo diagnóstico e propositivo que

seja capaz de contribuir com a identificação do estado atual de uma organização em relação aos princípios da *smart supply chain*, tendo a interoperabilidade como ótica avaliativa. Este modelo também deve ser capaz de apoiar a tomada de decisão quanto às tecnologias que devem ser implantadas na organização para melhorar o seu estado atual e, portanto, dar suporte ao seu processo de transformação digital.

### **1.3 Estrutura da Dissertação**

A estrutura desta dissertação foi organizada conforme o desenvolvimento do modelo proposto. A seção 2 apresenta o referencial teórico que contém o conhecimento necessário para a fundamentação dos elementos estruturais que apoiam a concepção das avaliações diagnóstica e propositiva do modelo proposto. A seção 3 apresenta a metodologia de pesquisa adotada para a execução deste estudo. A seção 4 apresenta a concepção do modelo proposto, determinando os suportes metodológicos das avaliações diagnóstica e propositiva, bem como seus respectivos instrumentos de avaliação. Já a seção 5 apresenta a aplicação do modelo concebido em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva, os resultados alcançados e as discussões relacionadas. A seção 6 apresenta as conclusões obtidas a partir das discussões dos resultados e aponta as limitações desta pesquisa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados os conceitos obtidos com a execução da Fase I - Base Conceitual, apresentada na figura 4. Estes conceitos são relacionados aos temas centrais deste trabalho, construídos a partir da revisão da literatura. Estes temas são Interoperabilidade, *smart supply chain* e métodos multicritério de apoio à decisão, importantes por darem suporte estrutural ao desenvolvimento do modelo de avaliação MAATS.

As características e elementos relevantes da Interoperabilidade são detalhados na seção 2.1 e contribuem para a compreensão de como este domínio pode ser articulado com os princípios da *smart supply chain*.

Os conceitos centrais, princípios da *smart supply chain* e suas tecnologias recomendadas são detalhadas na seção 2.2 e contribuem para o entendimento dos seus elementos, os quais complementam a avaliação da interoperabilidade de forma a incorporar a *smartness* na cadeia de suprimentos automotiva.

Por fim, os métodos multicritério de apoio à decisão que apoiam a articulação dos elementos dos domínios interoperabilidade e *smart supply chain* são descritos na seção 2.3. Os métodos utilizados no desenvolvimento do modelo de avaliação são o *Analytic Hierarquy Process* (AHP) e o *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE).

### 2.1 Interoperabilidade

A origem da interoperabilidade é observada nas áreas de tecnologia de informação/sistemas de informação e seu significado tem se tornado mais amplo para atender aos muitos domínios de conhecimento que a utilizam (RAZAVI; ALIEE, 2009; BORDINI, 2015). No âmbito dos sistemas de informação, ela representa a capacidade de dois ou mais sistemas trocarem e utilizarem informações (FORD et al., 2008). Já no contexto empresarial, a interoperabilidade é a capacidade de uma empresa interagir e trocar informações com organizações externas como parceiros, fornecedores, clientes e cidadãos, por meio da cooperação e colaboração entre os envolvidos no processo de agregação de valor (CHALMETA; CAMPOS; GRANGEL, 2001; KOSANKE; MARTIN, 2008). Além disso, a interoperabilidade tem sido gradualmente aceita como um aspecto chave para o ciclo de vida de um produto (LIAO et al., 2017).

A cooperação e colaboração não provocam a fusão entre organizações, mas uma combinação temporária que demanda trabalho conjunto, comunicação e transferência efetiva de informações.

Portanto, a interoperabilidade no contexto das organizações se refere à habilidade de interações entre seus sistemas para promover intercâmbio de informações e serviços (CHEN; VERNADAT, 2004; SPRIVULIS et al., 2007). Assim, se torna possível compartilhar, compreender e processar informações trocadas entre parceiros de negócios, com o objetivo de criar valor (LEGNER; WENDE, 2006; LEBRETON; LEGNER, 2007).

As organizações envolvidas nesta combinação temporária buscam obter um resultado comum e, após um certo espaço de tempo, se desconectam e retornam aos seus estados anteriores. Porém, nem sempre este processo é realizado de forma adequada por existirem interferências que podem impedi-lo de acontecer. Estas interferências são as barreiras para a interoperabilidade, as quais podem ser conceitual, organizacional ou tecnológica (CHEN; DACLIN et al., 2006; CESTARI; LOURES; SANTOS, 2018). Os diferentes níveis da organização nos quais a interoperação ocorre são representados pelas preocupações da interoperabilidade, sendo elas negócio, processo, serviço e dados (CHEN; SHORTER, 2008; CESTARI; LOURES; SANTOS, 2018).

Além das barreiras e preocupações, a interoperabilidade contém as abordagens que definem como as barreiras podem ser removidas, considerando os diferentes conteúdos que são objeto da interoperabilidade. Cada dimensão da interoperabilidade - barreiras, preocupações e abordagens - é composta por diferentes perspectivas que são definidas no quadro 1.

Quadro 1 - Definição das perspectivas da interoperabilidade.

<b>Dimensão</b>	<b>Perspectiva</b>	<b>Definição</b>
Barreiras	Conceitual	Diferenças sintáticas e semânticas da informação compartilhada. Está relacionada com o modelo de negócio e com o modelo de programação utilizado.
	Tecnológica	Incompatibilidades da tecnologia da informação como arquitetura, plataformas e infraestrutura. Está relacionada com os padrões adotados para a apresentação, armazenamento, compartilhamento, processamento e comunicação de dados.
	Organizacional	Incompatibilidades associadas à estrutura organizacional (estrutura hierárquica), de responsabilidades e de autoridades.
Preocupações	Negócio	Harmonizar o trabalho conjunto de organizações que possuem tomadas de decisão, métodos de trabalho, legislações, cultura e abordagem comercial distintas.
	Processo	Harmonização de vários processos para que trabalhem de forma conjunta para atender alguma necessidade específica da organização. Busca compreender formas de se conectar processos de organizações distintas para formar um processo comum.
	Serviço	Identificação, composição e integração de aplicações distintas, considerando não só aplicações computacionais, mas também funções da organização.
	Dados	Busca executar diferentes modelos de dados e linguagens de forma conjunta. Busca e compartilhamento de informações obtidas em fontes heterogêneas, em diferentes bases de dados e com sistemas operacionais diferentes.
Abordagens	Federada	Não há um formato comum. A integração é realizada por demanda, quando necessário. Não há a imposição de modelos, linguagens ou métodos de trabalho. Uma ontologia é necessária para a equivalência semântica.
	Unificada	Existe um formato comum, mas como um meta-modelo. Ele não é executável, mas promove a equivalência semântica entre modelos.
	Integrada	Existem formatos comuns a todos os modelos. Estes formatos não são padrões, mas são um consenso entre todos os parceiros para a elaboração de modelos e construção de sistemas.

Fonte: Chen, Vallespir e Daclin (2008).

As barreiras e preocupações são definidas como as dimensões da interoperabilidade e, quando combinadas, dão origem às subdimensões da interoperabilidade, também denominadas como quadrantes da interoperabilidade (CHEN; VALLESPER; DACLIN, 2008; GUEDRIA, 2012; GUÉDRIA; NAUDET; CHEN, 2015; BORDINI, 2015).

As combinações das preocupações com a barreira conceitual se referem aos modelos utilizados para configurar a organização, ou seja, representam os modelos de negócios, as estratégias do negócio bem como as suas visões e objetivos. Também define os modelos de processos, dados e serviços utilizados. De forma geral, busca-se garantir que as informações trocadas apresentem os mesmos significados entre os envolvidos no processo. As definições dos quadrantes que contemplam a barreira conceitual são apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 - Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Conceitual.

<b>Barreiras</b>	<b>Quadrantes</b>	<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>
Conceitual	Negócio-Conceitual	NC	Representa os modelos de negócio, visões corporativas, estratégias, objetivos e políticas internas. Busca modelar e documentar o modelo de negócio de modo a utilizar padrões para alinhá-lo com outros modelos, promover uma organização colaborativa com múltiplas parcerias e alcançar um modelo de negócio adaptativo.
	Processo-Conceitual	PC	Representa os modelos de processos utilizados na organização. Busca promover modelos de processos com padrões que possam ser alinhados com outros modelos e promover a reengenharia dinâmica de processos.
	Serviço-Conceitual	SC	Representa os modelos de serviços. Busca determinar e documentar os modelos de serviços disponíveis, com uso de padrões para alinhamento com outros modelos de serviços e de modo a permitir a modelagem adaptativa de serviços.
	Dados-Conceitual	DC	Representa a sintaxe, semântica e modelos de dados utilizados. Busca estruturar e documentar modelos de dados de forma que tais modelos sejam padronizados para posterior alinhamento com outros modelos e, então, se tornem modelos adaptativos de dados.

Fonte: Chen, Vallespir e Daclin (2008), Guedria (2012), Guédria, Naudet e Chen (2015), Bordini (2015).

Combinar a barreira tecnológica com as preocupações da interoperabilidade permite identificar os diferentes níveis de aplicação de *hardwares* como ferramentas e dispositivos que promovem a implantação de tecnologias que contribuem para a adequada interoperação entre organizações. Os quadrantes associados à barreira tecnológica são definidos no quadro 3.

Quadro 3 - Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Tecnológica.

Barreiras	Quadrantes	Sigla	Definição
Tecnológica	Negócio-Tecnológica	NT	Representa a infraestrutura e tecnologias da informação utilizadas. Busca implementar essas infraestruturas e tecnologias de modo que sejam padronizadas, configuráveis, abertas e adaptativas.
	Processo-Tecnológica	PT	Representa as ferramentas de apoio à modelagem e execução de processos. Busca a implementação de ferramentas e plataformas de tecnologia da informação para apoiar a colaborativa, dinâmica e adaptativa de processos.
	Serviço-Tecnológica	ST	Representa as ferramentas de suporte a serviços e aplicações. Busca promover arquiteturas e interfaces configuráveis que permitam a descoberta e composição de serviços de forma automatizada e, posteriormente, promover serviços dinamicamente compostos com aplicações conectadas em rede.
	Dados-Tecnológica	DT	Representa os dispositivos de armazenamento e troca de dados. Busca estruturar os dispositivos de armazenamento de dados e integrá-los de modo que seja possível obter dados compartilhados, com acesso remoto e com troca direta na base de dados.

Fonte: Chen, Vallespir e Daclin (2008), Guedria (2012), Guédria, Naudet e Chen (2015), Bordini (2015).

As preocupações, quando associadas à barreira organizacional, se referem às configurações organizacionais como métodos de trabalho, as regras do negócio, sua estrutura organizacional, sua gestão associada aos processos, serviços e dados. Todas essas combinações possíveis com a barreira organizacional são organizadas e apresentadas no quadro 4.

Quadro 4 - Quadrantes da interoperabilidade associados à barreira Organizacional.

<b>Barreiras</b>	<b>Quadrantes</b>	<b>Sigla</b>	<b>Definição</b>
Organizacional	Negócio-Organizacional	NO	Representa os métodos de trabalho, regras de negócio e estrutura organizacional. Busca implementar uma estrutura organizacional flexível, com recursos humanos treinados para a interoperabilidade de forma a promover uma organização ágil para executar negócios por demanda.
	Processo-Organizacional	PO	Representa as responsabilidades, métodos e regras de gestão de processos. Busca definir claramente as responsabilidades e autoridades dos processos de modo a permitir processos colaborativos, interorganizacionais e adaptativos, monitorados em tempo real.
	Serviço-Organizacional	SO	Representa os modelos de serviços adotados. Busca determinar as responsabilidades e autoridades dos serviços, promovendo regras e métodos dinâmicos para a gestão de serviços e aplicações.
	Dados-Organizacional	DO	Representa as responsabilidades, métodos e regras de gestão de dados. Busca determinar as responsabilidades e autoridades dos dados, de modo que as regras e métodos de gestão de dados sejam adaptativos.

Fonte: Chen, Vallespir e Daclin (2008), Guedria (2012), Guédria, Naudet e Chen (2015), Bordini (2015).

Os aspectos que compõem a interoperabilidade, definidos pelas suas barreiras e preocupações, contribuem para o desempenho de organizações produtivas. Esses aspectos definem quais perspectivas das organizações podem ser avaliadas de forma diagnóstica, de modo a apoiar o planejamento e implantação de ações que as tornem cada vez mais interoperáveis.

## 2.2 *Smart Supply Chain*

Uma cadeia de suprimentos, em uma definição simplista, é um conjunto sistematicamente organizado de atividades, composto por eventos interligados voltados a um resultado específico. Seu início se dá na aquisição de matéria-prima e seu fim na distribuição de produtos e/ou serviços (GUPTA et al., 2019).

As cadeias tradicionais são compostas por empresas geograficamente distribuídas que estão envolvidas em processos compartilhados de produção e distribuição, representando as etapas necessárias para atender a demanda de seus clientes. Essas etapas demandam coordenação, planejamento e controle de processos e serviços entre fornecedores e clientes (MADHWAL; PANFILOV, 2017; BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Nos últimos tempos, a intensa globalização das operações produtivas e o surgimento dos mercados internacionais contribuíram para o crescimento dos fluxos logísticos entre diferentes países e organizações. O aumento da complexidade destas cadeias globais provoca muitos desafios como a competitividade internacional, a volatilidade do mercado, a customização em massa e a diminuição do ciclo de vida dos produtos (QU et al., 2016; DOUAILOUI et al., 2018). Neste cenário, entregar o produto certo, na quantidade certa, no momento certo, no lugar certo, pelo preço certo, na condição certa e ao cliente certo se torna um desafio ainda maior (BIDGOLI, 2010).

Pelo fato da cadeia de suprimentos tradicional apresentar grandes etapas organizadas em silos produtivos, ela não possui alguns atributos necessários para o mercado competitivo atual e do futuro. Transformá-la em uma cadeia de suprimentos digital dissolve os silos produtivos de tal modo que a cadeia se transforma em um sistema integrado, executado sem falhas (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018).

Esta transformação confere maior inteligência à cadeia de suprimentos pelo uso de objetos que possuem sensores embarcados e apresentam melhor comunicação, tomada de decisão inteligente e capacidade de automação. Esta cadeia de suprimentos é caracterizada como *smart* e apresenta oportunidades para a redução de custos e melhoria da eficiência (WU et al., 2016; ALBERS et al., 2016).

Um ambiente inteligente, ou *smart*, representa o mundo físico enriquecido com sensores, atuadores e elementos computacionais, perfeitamente embarcados em objetos cotidianos e conectados (WEISER; GOLD; BROWN, 1999). Esta integração entre mundos físico e digital apresenta um grande potencial de transformação das cadeias de suprimentos globais (LÓPEZ

et al., 2012). A origem deste conceito se dá no domínio da Indústria 4.0 e a ideia central é que organizações irão utilizar e conectar máquinas, materiais, ferramentas, armazéns, tecnologias de transporte, entre outros, de forma inteligente e com a capacidade de adaptar as atividades e operações às demandas do mercado. Além disso, as máquinas poderão intercambiar informações, definir prioridades, iniciar ações e contribuir para a programação e sequenciamento do trabalho. A melhoria contínua já não estará sob domínio único do trabalho humano e a cadeia de suprimentos se torna uma rede de várias organizações *smart* que, juntas, criam valor para manter suas forças competitivas (MADHWAL; PANFILOV, 2017; IVANOV; TSIPOULANIDIS; SCHÖNBERGER, 2019; FRAZZON et al., 2019).

As operações produtivas estão a caminho de uma nova revolução, possibilitada pela Indústria 4.0. Sua definição representa “a soma de todas as inovações derivadas e implementadas em uma cadeia de valor para endereçar as tendências de digitalização, automação, transparência, colaboração e disponibilidade de informações de produtos e processos em tempo real” (PFOHL; YAHSI; KURNAZ, 2017).

Este cenário considera que o intercâmbio de informações e a integração da cadeia de suprimentos a tornam *smart*, permitindo a sincronização das operações com fornecedores de modo a minimizar o tempo de entrega e as distorções de informações (FRANK; DALENOGARE; AYALA, 2019).

Neste sentido, a cadeia de suprimentos *smart* e digital é um sistema inteligente e tecnológico baseado na disponibilidade massiva de dados alinhada à excelente cooperação e comunicação por *hardware*, *software* e redes. Estes elementos sustentam e sincronizam a interação entre organizações promovendo serviços com maior valor agregado, mais acessíveis, mais viáveis e que apresentam resultados consistentes, ágeis e efetivos (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). Esta cadeia é suficientemente inteligente para se adaptar às abruptas volatilidades de mercados de forma flexível, rápida e com a elevada disponibilidade de informações para a tomada de decisão (DOUAIQUI et al., 2018; GUPTA et al., 2019).

Digitalizar a cadeia de suprimentos não se refere a oferecer produtos ou serviços físicos ou digitais, mas sim a como esta cadeia é gerida (BÜYÜKÖZKAN; GÖÇER, 2018). Para que isso seja possível, algumas soluções *smart* derivam da Indústria 4.0 e podem ser aplicadas na gestão da cadeia de suprimentos (WITKOWSKI, 2017). Estas soluções representam um novo momento nos sistemas produtivos por promoverem a integração entre tecnologias capazes de entregar produtos e serviços com maior valor agregado (DALENOGARE et al., 2018; FRANK;

DALENOGARE; AYALA, 2019).

Para que uma cadeia de suprimentos seja inteligente e possa ser qualificada como uma *smart supply chain*, ela deve apresentar algumas características como a instrumentação, interconexão, inteligência, automatização, integração e inovação (WU et al., 2016; FRAZZON et al., 2019), as quais são definidas no quadro 5.

Quadro 5 - Características da *Smart Supply Chain*.

<b>Característica</b>	<b>Definição</b>
Instrumentada	Informações são geradas por máquinas por meio de sensores, etiquetas RFID, medidores, entre outros tipos de <i>hardwares</i> .
Interconectada	Toda a cadeia de suprimentos, entidades de negócios, sistemas de tecnologia da informação, produtos e outros objetos inteligentes são conectados. Informações são coletadas e distribuídas para toda a cadeia em tempo real.
Inteligente	A tomada de decisão ótima é realizada em larga escala para otimizar o seu próprio desempenho.
Automatizada	A maioria dos processos devem estar automatizados pela adoção de máquinas para a substituição de recursos e trabalhos menos eficientes, com a mínima interação homem-máquina.
Integrada	A integração dos processos necessita de colaboração ao longo dos elos da cadeia, tomada de decisão conjunta, sistemas comuns entre os seus integrantes e compartilhamento de informação. Usa de sua inteligência para alcançar o desempenho ótimo global, considerando todas as organizações conectadas na cadeia.
Inovadora	Desenvolvimento de novos valores por meio de soluções que atendam a novos requisitos, a necessidades não atendidas ou, atendendo de maneira otimizada as necessidades já atendidas.

Fonte: Wu et al. (2016), Frazzon et al. (2019).

Essas características promovem a conexão com parceiros, colaboração, customização e flexibilidade nos processos produtivos, permitindo com que a cadeia de suprimentos se torne capaz de tomar melhores decisões, de executar melhores processos, entregar melhores produtos e, com o apoio de tecnologias, tomar decisões suportadas por um grande volume de informações (PEDROSO; NAKANO, 2009; OH; JEONG, 2019).

Para que a *smart supply chain* seja de fato implementada, sua instrumentalização deve contar com tecnologias capazes de gerar informações interconectadas entre os vários elos da cadeia e seu processo decisório deve ser capaz de analisar cenários complexos e dinâmicos (SEUNG; SHI, 2018). Por isso, ressalta-se que as tecnologias são intrinsecamente dependentes do tempo e

seu estado da arte deve ser analisado à época da sua seleção e implantação (GALINDO, 2016; BARRETO; AMARAL; PEREIRA, 2017).

Com o intuito de evoluir as cadeias de suprimentos para estados *smart*, a inovação tecnológica atual e a aproximação dos mundos físico e digital farão com que estas cadeias possuam estruturas dinâmicas e que evoluem ao longo do tempo em função das informações coletadas e da eficiente tomada de decisão, as tornando capazes de realizarem adaptações para atender mudanças súbitas em sua demanda (IVANOV et al., 2016). Para assistir essa evolução, alguns princípios são propostos para a implementação do conceito *smart*, provenientes do domínio da Indústria 4.0, conforme explicitado e codificados no quadro 6 (OBITKO; JIRKOVSKÝ, 2015; GALINDO, 2016; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; MENON; SHAH; COUTROUBIS, 2018; AKDIL; USTUNDAG; CEVIKCAN, 2018; LOM; PRIBYL; SVITEK, 2016).

Quadro 6 - Princípios da *smart supply chain* indicados na literatura.

<b>Princípios da <i>smart supply chain</i></b>	<b>Código</b>
Descentralização	1
Gestão de Dados em Tempo Real	2
Interoperabilidade	3
Orientação a Serviços	4
Virtualização	5
Modularidade	6
Agilidade	7
Integração de processos de negócio	8
Segurança	9
Interconexão	10
Transparência na informação	11
Assistência técnica	12

Fonte: o autor.

Com base nos princípios da *smart supply chain* indicados no quadro 6, as literaturas consultadas foram analisadas para identificar quais recomendam cada um dos princípios e apresentam suas respectivas definições, conforme apresentado no quadro 7. Para isso, foi utilizado o símbolo ”+” para representar que a literatura indica o princípio e apresenta a sua definição. O símbolo ”-” foi utilizado para representar que a literatura indica o princípio, porém não apresenta a sua definição. Os campos que estão vazios significam que a literatura não aborda o respectivo princípio.

Quadro 7 - Análise dos princípios da *smart supply chain* indicados na literatura.

Referências	Princípios da Smart Supply Chain											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Obitko e Jirkovský (2015)	+	+	+	+	+	+						
Galindo (2016)	+	+	+	+	+	+			+			
Hermann, Pentek e Otto (2016)	+									+	+	+
Lom, Pribyl e Svitek (2016)	+	+	+	+	+	+						
Menon, Shah e Coutroubis (2018)	+	+	+	+	+	+						
Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018)	-	-	-	-	-		-	-				

Fonte: o autor.

O conjunto das literaturas analisadas apresenta doze princípios da *smart supply chain*, provenientes do domínio da Indústria 4.0. É possível observar que alguns princípios são mais citados do que outros, assim como alguns são claramente definidos pelas respectivas literaturas. Por outro lado, alguns princípios são somente mencionados, sem a apresentação clara de sua definição.

Desta forma, os princípios considerados neste trabalho são aqueles que são citados e definidos de forma clara em pelo menos três literaturas. Portanto, os princípios da *smart supply chain* utilizados são Descentralização, Gestão de Dados em Tempo Real, Interoperabilidade, Orientação a Serviços, Virtualização e Modularidade.

Na construção do modelo MAATS, a Interoperabilidade é utilizada como ótica avaliativa, que tem como objetivo avaliar o estado atual de uma organização em relação aos princípios da *smart supply chain*. Por isso, este princípio é desdobrado em seus quadrantes (GUEDRIA, 2012; BORDINI, 2015) os quais são utilizados como uma camada da avaliação diagnóstica. Desta forma, os princípios que são efetivamente utilizados como elementos de avaliação do contexto da *smart supply chain* são Descentralização, Gestão de Dados em Tempo Real, Orientação a Serviços, Virtualização e Modularidade. Suas respectivas definições, apresentadas no quadro 8, são construídas a partir da sobreposição das definições postas pelas literaturas analisadas, enquanto as definições pertinentes ao princípio Interoperabilidade podem ser consultadas na seção 2.1.

Quadro 8 - Princípios da *smart supply chain* utilizados no modelo MAATS.

<b>Princípio da Smart</b>	<b>Definição</b>
Descentralização	A hierarquia da organização possui maior autonomia, recursos e responsabilidades. A descentralização das decisões é baseada em interconexão de pessoas, objetos e na transparência da informação obtida interna e externamente à organização. Os agentes individuais tomam suas próprias decisões e, em situações complexas, excepcionais, com interferências ou falhas, a decisão é delegada aos níveis hierárquicos mais altos. Para isso, a organização deve revisar seu planejamento hierárquico de modo a obter um conceito de coordenação mais descentralizado. Tecnologias como sistemas ciberfísicos (CPS) contribuem para a descentralização da tomada de decisão.
Gestão de Dados em Tempo Real	A capacidade de coletar e analisar dados constantemente é necessária para que a organização possa reagir imediatamente às mudanças ambientais, como endereçar e controlar falhas. Esta análise em tempo real promove percepções e decisões em tempo real.
Orientação a Serviços	Os componentes de aplicações fornecem serviços para outros componentes por meio de protocolos de comunicação, permitindo o encapsulamento de vários serviços e a facilitação no seu posterior uso, com o suporte da arquitetura orientada a serviços (SOA) e da Internet dos Serviços (IoS).
Virtualização	Os sistemas ciberfísicos são capazes de monitorar os sistemas físicos por meio de sensores de dados. Esses dados permitem a criação de uma cópia virtual da organização. Esta cópia virtual é representada por modelos virtuais e modelos de simulação dos sistemas físicos reais.
Modularidade	Promove a flexibilidade por permitir o ajuste de sistemas modulares existentes ou a adição de novos módulos. Esses novos módulos podem ser imediatamente utilizados, permitindo a adaptação flexível às sazonalidades ou mudanças nas características dos produtos demandados.

Fonte: adaptado de Obitko e Jirkovský (2015), Galindo (2016), Hermann, Pentek e Otto (2016), Lom, Pribyl e Svitek (2016), Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018).

A evolução *smart* das cadeias de suprimentos possui base tecnológica forte (RÜSSMANN et al., 2015), a qual possibilita a implantação dos princípios da *smart supply chain* apresentados no quadro 8, promovendo a uma organização ganhos de integração, colaboração e interoperação com seus parceiros de negócio.

As tecnologias que apoiam as cadeias de suprimentos *smart* devem ser convergentes aos princípios *smart* de modo que a sua adoção contribua para o ganho de desempenho desses princípios. Por isso, as tecnologias consideradas no modelo MAATS são aquelas recomendadas pelas literaturas analisadas que indicam os princípios da *smart supply chain*, como apresentadas no quadro 9.

Quadro 9 - Tecnologias recomendadas para a evolução *smart*.

<b>Tecnologias Recomendadas</b>	<b>Citações</b>
Análise de Dados e Inteligência Artificial	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Cibersegurança	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Comunicação e Rede	Obitko e Jirkovskỳ (2015), Lom, Pribyl e Svitek (2016), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Manufatura aditiva	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Nuvem	Obitko e Jirkovskỳ (2015), Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Robótica adaptativa	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Sensores e Atuadores	Obitko e Jirkovskỳ (2015), Hermann, Pentek e Otto (2016), Lom, Pribyl e Svitek (2016), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018)
Simulação	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Sistemas embarcados	Lom, Pribyl e Svitek (2016), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Tecnologias móveis	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Tecnologias RFID e RTLS	Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)
Tecnologias de Virtualização	Menon, Shah e Coutroubis (2018), Akdil, Ustundag e Cevikcan (2018), Silva, Kovaleski e Pagani (2019)

Fonte: o autor.

A implementação das tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, conforme indicadas no quadro 9, contribui para a flexibilidade da tomada de decisão, para a melhoria dos padrões da qualidade, para ganhos de eficiência na produção, para o aumento da produtividade, para a redução de custos e *leadtime* (TJAHJONO et al., 2017; MOEUF et al., 2018). De modo a

analisar essas tecnologias adequadamente, suas definições e características gerais são (OBITKO; JIRKOVSKÝ, 2015; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; LOM; PRIBYL; SVITEK, 2016; MENON; SHAH; COUTROUBIS, 2018; AKDIL; USTUNDAG; CEVIKAN, 2018; SILVA; KOVALESKI; PAGANI, 2019):

- **Análise de Dados e Inteligência Artificial:** tecnologia voltada para o rápido processamento de dados e sua combinação com dados de diferentes fontes para dar apoio à avaliação do estado atual da organização e configurar diferentes maquinários e condições de operação que possam afetar a produção;
- **Cibersegurança:** tecnologia para promover a segurança no armazenamento e transferência de dados nas tecnologias *cloud*, máquinas, robôs e sistemas automatizados. Além disso, ações preventivas como controle de acesso de usuário, *firewalls*, sistemas de detecção de invasão e testes de penetração podem ser utilizados;
- **Comunicação e Rede:** a conexão entre sistemas físicos e distribuídos com o uso de dispositivos de comunicação permite, com o apoio da Internet das Coisas/*Internet of Things* (IoT), que máquinas e computadores interajam entre si, vejam e percebam as aplicações do mundo real promovendo a conectividade a qualquer momento, de qualquer lugar, por qualquer interessado e para qualquer coisa;
- **Manufatura Aditiva:** conjunto de tecnologias capazes de produzir objetos tridimensionais diretamente de modelos digitais por meio de um processo aditivo que agrupa matérias primas como polímeros, cerâmicas ou metais;
- **Computação em Nuvem:** as tecnologias *cloud* apoiam a coordenação e conexão de sistemas de produção que ficam disponíveis por demanda (*on demand*) e permitem o uso de coleções de recursos produtivos distribuídos para criar e operar processos ciberfísicos reconfiguráveis;
- **Robótica Adaptativa:** os produtos, máquinas e serviços são combinados com microprocessadores e metodologias de inteligência artificial para se tornarem mais inteligentes e capazes de serem autônomos e sociáveis em seu contexto;
- **Sensores e Atuadores:** são dispositivos necessários para as interações com o mundo real e, com seu apoio, permitem com que os sistemas embarcados promovam ao sistema total o controle das unidades por meio de microcontroladores;

- **Simulação:** tecnologias que apoiam a construção e teste de cenários hipotéticos de sistemas para melhorar o planejamento de produtos e processos. Permite acompanhar o desempenho dos cenários gerados a partir da mudança em vários de seus parâmetros, contribuindo para uma melhor tomada de decisão;
- **Sistemas Embarcados:** sistemas computacionais completos e independentes que suportam a organização e coordenação de redes de sistemas, conferindo capacidades computacionais para a infraestrutura física e promovendo a descentralização de ações;
- **Tecnologias móveis/mobile:** uso de tecnologias móveis na mesma plataforma que outros equipamentos do processo produtivo, permitindo com que dados sejam coletados, recebidos e transmitidos e que usuários possam endereçar problemas enquanto gerenciam a tomada de decisão em tempo real;
- **Tecnologias RFID e RTLS:** identificação, localização e detecção das condições de objetos e recursos em operações críticas como transporte e armazenamento inteligentes;
- **Tecnologias de Virtualização:** ferramentas de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR) que permitem a apresentação de informações virtuais para o mundo real com o objetivo de enriquecer as percepções humanas da realidade por meio de elementos e objetos aumentados.

Uma organização desenvolve a sua *smartness* conforme os princípios da *smart supply chain* são adequadamente implementados. Neste sentido, estes princípios representam as características da *smart supply chain* que contribuem para a transformação de organizações produtivas e que permitem, em uma avaliação diagnóstica, determinar como essas organizações planejam e implementam a sua transformação digital. De modo a apoiar esse processo, algumas tecnologias são recomendadas e definidas, as quais apoiam a adequada implementação dos princípios da *smart supply chain*.

### 2.3 Métodos Multicritério de Apoio à Tomada de Decisão

Em tempos de desenvolvimento organizacional, as estruturas produtivas vigentes se tornam cada vez mais complexas e influenciadas por um maior número de fatores. Neste cenário, o processo decisório se torna difuso e apresenta múltiplos critérios conflitantes que, para cada indivíduo envolvido na tomada de decisão, apresentarão importâncias diferentes. Assim, os

métodos multicritério de apoio à decisão foram concebidos para apoiar este processo e contribuir com melhores escolhas (HAJKOWICZ; HIGGINS, 2008).

Estes métodos buscam ranquear ou pontuar alternativas contidas em problemas que apresentem as seguintes características: tenham um conjunto finito de opções de decisão julgadas por decisores e um conjunto de múltiplos critérios de avaliação (HAJKOWICZ e HIGGINS, 2008). Quando estes julgamentos são realizados em um contexto no qual exista  $n$  opções de decisão e  $m$  critérios de avaliação, uma matriz de decisão que apresente todos esses julgamentos pode ser construída, como mostra a equação 1 (HIPEL, 1992).

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1j} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{i1} & \cdots & x_{ij} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Hajkowicz e Higgins (2008) explicam que o desempenho bruto de uma alternativa  $i$  para um dado critério  $j$  é representado por  $x_{ij}$  na equação 1, obtido por meio dos julgamentos dos avaliadores. Adicionalmente ao desempenho, a importância dos critérios é definida como um vetor unidimensional que contém o peso de cada respectivo critério. A partir destes elementos – matriz de decisão e vetor de pesos – Hajkowicz e Higgins (2008) afirmam que há uma infinidade de técnicas capazes de combiná-los para elicitarem resultados que suportem o processo de tomada de decisão e indiquem a melhor alternativa a ser escolhida dentre as possíveis opções.

A construção de uma sistemática de avaliação que considere a interoperabilidade, analisada no contexto *smart*, se caracteriza como um problema multicriterial que, em um primeiro momento, busca analisar as interrelações entre os domínios centrais e, então, analisar o nível de atendimento que uma organização da cadeia de suprimentos automotiva apresenta em relação a aspectos contidos nestes mesmos domínios.

Desta forma, nesta seção são apresentados os métodos *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). Estes métodos dão suporte metodológico ao desenvolvimento e execução do modelo de avaliação proposto.

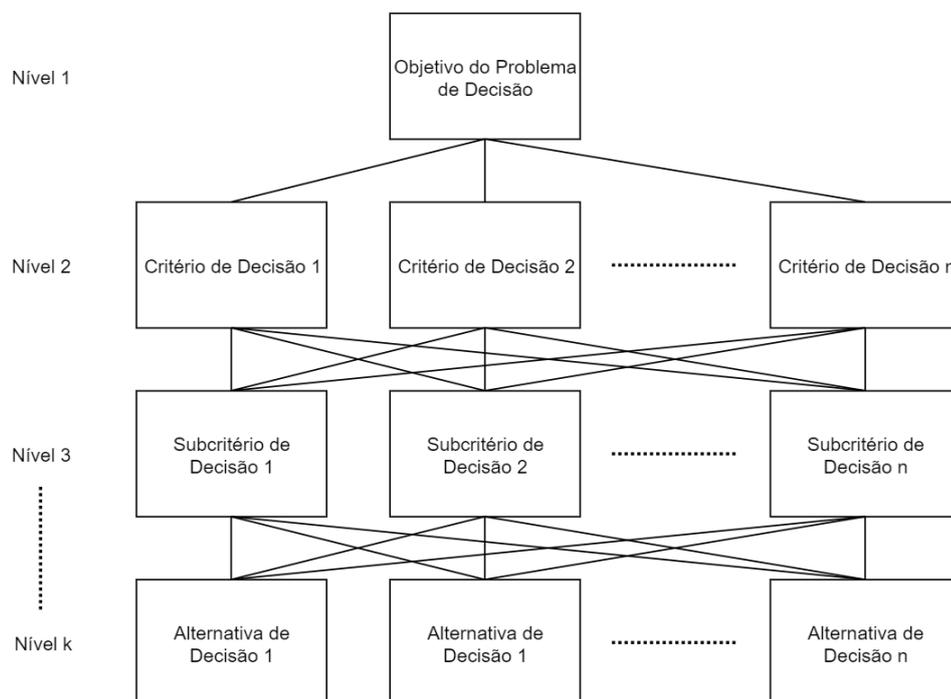
### 2.3.1 *Analytic Hierarchy Process*

O *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método multicritério de apoio à decisão que busca modelar problemas de decisão complexos de forma hierárquica. Esta forma utilizada é constituída

por um objetivo, critérios de desempenho, subcritérios de desempenho (se necessários) e possíveis alternativas de decisão (SAATY, 2005; SAATY, 2008). O método considera um conjunto de critérios e outro de alternativas de decisão. Destas alternativas, a melhor solução será encontrada, levando em conta que os critérios utilizados no processo de julgamento possuem diferentes importâncias para os decisores envolvidos (DOŽIĆ; KALIĆ, 2014). O método AHP se baseia em três princípios do pensamento analítico: a estruturação do problema em hierarquias, os julgamentos paritários pelos decisores e a análise da consistência dos julgamentos realizados (CARLOS; SAMED, 2017; PARK; JEON; KIM, 2018).

O primeiro princípio afirma que o problema deve ser estruturado em níveis hierárquicos de tal modo a possibilitar uma melhor compreensão e avaliação das relações existentes entre o objetivo do estudo, os critérios de desempenho e as alternativas de decisão. Nesta hierarquia, o objetivo da decisão é representado no nível mais alto, enquanto as alternativas de decisão são indicadas no nível mais baixo. Nos níveis intermediários, encontram-se os critérios e subcritérios de decisão, conforme mostra a figura 1.

Figura 1 - Hierarquia do problema de decisão.



Fonte: adaptado de Lima et al. (2015).

O segundo princípio se refere aos julgamentos paritários entre os critérios de desempenho e as alternativas de decisão. Estes julgamentos são conduzidos com especialistas do domínio em estudo para determinar a importância de uma alternativa em relação a uma outra ou de um

critério de desempenho em relação a um outro, de acordo com a escala fundamental de Saaty, como mostra o quadro 10 (DOŽIĆ; KALIĆ, 2014).

Quadro 10 - Escala de comparações paritárias do método AHP.

Medida de Importância	Valor Numérico
Igual importância	1
Importância moderada	3
Importância forte	5
Importância muito forte	7
Extrema importância	9

Fonte: adaptado de Saaty (2008).

Os julgamentos paritários originam uma matriz de decisão ( $A$ ), onde  $k$  representa o índice do decisor, que contém todas as comparações realizadas por ele (DOŽIĆ; KALIĆ, 2014). Estas comparações respeitam os valores numéricos da escala fundamental de Saaty, conforme o quadro 10 e obedecem a propriedade da Reciprocidade. Esta propriedade considera que o decisor prefere uma alternativa de decisão em detrimento de outra. Se uma alternativa de decisão  $i$  possui uma medida de importância  $a_{ij}$  sobre uma alternativa de decisão  $j$ , a medida de importância da alternativa de decisão  $j$  sobre a alternativa de decisão  $i$  será  $a_{ji} = 1/a_{ij}$ , como ilustra a Figura 2

Figura 2 - Exemplo de matriz de decisão ( $A$ ) para as comparações paritárias.

	[C1]	[C2]	[C3]
[C1]	1	3	5
[C2]	1/3	1	7
[C3]	1/5	1/7	1

Fonte: o autor.

Com as matrizes de decisão construídas, é possível executar os cálculos necessários para a determinação do ranqueamento das alternativas. Então, os seguintes passos devem ser executados:

1. Normalizar as matrizes de decisão, dando origem a matrizes de decisão normalizadas ( $\hat{A}$ )

conforme Equação 2:

$$\hat{a}_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

2. Calcular o autovetor de prioridade ( $w_i$ ) para cada matriz de decisão normalizada (pesos locais), conforme Equação 3:

$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^n \hat{a}_{ij}}{m} \quad (3)$$

3. Calcular o vetor de prioridade ( $W$ ) para as alternativas, conforme Equação 4:

$$W = \hat{A} \cdot w_i \quad (4)$$

O terceiro princípio consiste em analisar a consistência dos julgamentos realizados. Este aspecto está diretamente relacionado com as escolhas subjetivas que são realizadas pelos decisores (TOGATLIAN; CORREIA; BELDERRAIN, 2006; CARLOS; SAMED, 2017; PARK; JEON; KIM, 2018). Caso a inconsistência dos julgamentos seja alta, a matriz de decisão deverá ser avaliada e refeita até que se obtenha julgamentos consistentes. Para a determinação da consistência, é necessário que o índice de consistência (IC) seja calculado a partir do máximo autovalor ( $\lambda_{max}$ ) das matrizes de decisão, como demonstra a equação 5 (SAATY, 2005; SAATY, 2008).

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

O próximo passo é determinar o valor do índice de consistência aleatório. Seu valor é padronizado e pode ser consultado na Tabela 1, onde  $n$  representa o número de elementos analisados.

Tabela 1 - Índice de Consistência Aleatório.

n	3	4	5	6	7	8	9	10
ICA	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: adaptado de Saaty (2008).

Em posse dos índices de consistência e índice de consistência aleatório, é possível determinar a relação de consistência por meio da equação 6.

$$RC = \frac{IC}{ICA} \quad (6)$$

A relação de consistência (RC) entre o índice de consistência (IC) e o índice de consistência aleatório (ICA) deve ser menor que 0,1 para que os julgamentos sejam consistentes e, portanto, alguma decisão possa ser tomada (SAATY, 2008; TAHA, 2011; CARLOS; SAMED, 2017). Caso esta condição não seja atendida, os julgamentos se mostram inconsistentes e devem ser revistos pelo decisor para que as prioridades locais e globais sejam recalculadas.

O método AHP, portanto, possibilita a agregação da importância dos critérios de desempenho e a medida de importância das alternativas de decisão em uma única medida, construída a partir de julgamentos paritários para ranquear as alternativas de decisão (BAKAR; HARIHODIN; KAMA, 2017; PARK; JEON; KIM, 2018).

### 2.3.2 Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation

A classe de métodos *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) foi proposta com base nas relações de sobreclassificação das alternativas analisadas pelo decisor. Esta análise se dá por meio da preferência do decisor por uma alternativa  $i$  em relação a uma alternativa  $j$ , de modo que esta sobreclassificação represente a superação entre o desempenho das alternativas no conjunto de critérios de avaliação (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986).

O método PROMETHEE I disponibiliza como resultado duas pré-ordens parciais das alternativas analisadas. Estas pré-ordens são construídas a partir das relações de sobreclassificação e indiferença. Já o método PROMETHEE II entrega uma pré-ordem completa das alternativas de

decisão baseada no fluxo resultante de sobreclassificação (FILHO et al., 2018).

Os métodos PROMETHEE são implementados em dois estágios (CLEMENTE; ALMEIDA; FILHO, 2015). O primeiro se ocupa com a construção das relações de sobreclassificação das alternativas de decisão, enquanto o segundo analisará essas relações para apoiar a tomada de decisão. Estes dois estágios em cinco etapas: (i) analisar as alternativas de decisão e compará-las para identificar a amplitude de desempenho; (ii) definir uma função de preferência; (iii) calcular o grau de sobreclassificação; (iv) calcular os fluxos de preferência e (v) calcular o fluxo de preferência resultante (ZHAO; PENG; LI, 2013).

A primeira etapa do método consiste em analisar as alternativas de decisão de acordo com os critérios de decisão considerados. Desta forma, uma matriz de decisão similar àquela apresentada pela equação 1 pode ser escrita contendo o desempenho das alternativas para cada critério. Então, a amplitude de desempenho entre alternativas será comparada, par a par, por meio da equação 7.

$$d_j(a_i, a_j) = c_j(a_i) - c_j(a_j) \quad (7)$$

Na equação 12,  $d_j$  representa a amplitude de desempenho entre as alternativas  $a_i$  e  $a_j$ ,  $c_j(a_i)$  representa o desempenho da alternativa  $a_i$  para um dado critério  $c_j$  e  $c_j(a_j)$  representa o desempenho da alternativa  $a_j$  para um dado critério  $c_j$ . Para a segunda etapa, ao comparar duas alternativas é necessário que o resultado desta comparação seja expresso em termos de preferência. Para isso, os métodos PROMETHEE consideram funções que são capazes de expressar a intensidade da preferência de uma alternativa  $a_i$  em relação a alternativa  $a_j$ , sendo representadas por  $P(a_i, a_j)$ , considerando um determinado critério (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986). Os valores que esta função pode assumir estão contidos no intervalo  $[0, 1]$  e seu significado pode ser observado no Quadro 11.

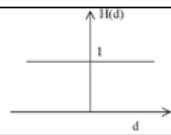
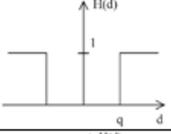
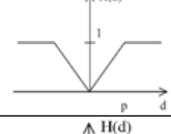
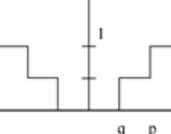
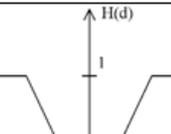
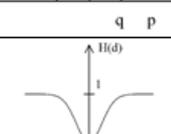
Quadro 11 - Resultados da função de preferência.

<b>Função de Preferência</b>	<b>Definição</b>
$P(a_i, a_j) = 0$	Indiferença entre as alternativas
$P(a_i, a_j) \sim 0$	Fraca preferência por $a_i$ em relação a $a_j$
$P(a_i, a_j) \sim 1$	Forte preferência por $a_i$ em relação a $a_j$
$P(a_i, a_j) = 1$	Estrita preferência por $a_i$ em relação a $a_j$

Fonte: adaptado de Brans, Vincke e Mareschal (1986)

Na construção da função de preferência, primeiramente o tipo de critério deve ser definido para que os cálculos do método possam ser conduzidos de forma adequada. São definidos seis tipos de critério para a função de preferência dos métodos PROMETHEE I e II: (I) critério usual, (II) quase-critério, (III) critério de preferência linear, (IV) critério de nível, (V) critério de preferência linear com zona de indiferença e (VI) critério gaussiano (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986; BRANS; MARESCHAL, 2005). Para cada tipo de critério, parâmetros de análise da amplitude do desempenho das alternativas devem ser considerados, conforme explicita a figura 3.

Figura 3 - Tipos de função de preferência para o método PROMETHEE.

Type of generalized criteria	Analytical definition	Shape	Parameters to define
Type I. Usual criterion	$H(d) = \begin{cases} 0, & d = 0, \\ 1, &  d  > 0. \end{cases}$		-
Type II. Quasi-criterion	$H(d) = \begin{cases} 0, &  d  \leq q, \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$		$q$
Type III. Criterion with linear preference	$H(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, &  d  \leq p, \\ 1, &  d  > 0. \end{cases}$		$p$
Type IV. Level-criterion	$H(d) = \begin{cases} 1, &  d  \leq q, \\ 1/2, & q <  d  \leq p, \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$		$q, p$
Type V. Criterion with linear preference and indifference area	$H(d) = \begin{cases} 1, &  d  \leq q, \\ \frac{ d  - q}{p - q}, & q <  d  \leq p, \\ 1, & \text{otherwise.} \end{cases}$		$q, p$
Type VI. Gaussian criterion	$H(d) = 1 - \exp\left(-\frac{d^2}{2\sigma^2}\right)$		$\sigma$

Fonte: Jafari e Esmaeildoust (2013).

O parâmetro  $q$  apresentado nos critérios do tipo II, IV e V significa o limiar de indiferença do decisor. Ele representa o maior valor apresentado pela amplitude de desempenho no qual o decisor ainda considera as duas alternativas analisadas como indiferentes.

O parâmetro  $p$  apresentado nos critérios do tipo III, IV e V significa o limiar de preferência do decisor. Ele representa o menor valor apresentado pela amplitude de desempenho de duas alternativas no qual o decisor possui estrita preferência por uma alternativa em relação a outra. Os parâmetros  $p$  e  $q$  não são necessariamente iguais (BRANS; VINCKE; MARESCHAL, 1986).

No critério do tipo VI – gaussiano – a preferência do decisor por uma alternativa  $a_i$  em relação a uma alternativa  $a_j$  se comporta como uma distribuição estatística normal. Desta forma, o parâmetro  $\rho$  pode ser estabelecido a partir do cálculo do desvio padrão para este tipo de distribuição estatística (MORAIS; ALMEIDA, 2006).

Definidos os tipos de critério a serem utilizados, a intensidade de preferência entre duas alternativas  $a_i$  e  $a_j$  pode ser calculada por uma função  $H(d)$ , tal que  $P(a_i, a_j) = H(d)$ . Nesta

equação,  $d$  é calculado por meio da equação 7 e  $H(d)$  é calculada por meio da função de preferência utilizada, dentre as possibilidades demonstradas na figura 3 (MORAIS; ALMEIDA, 2006).

Após computados todos os valores das intensidades de preferência entre as alternativas do problema analisado, a terceira etapa pode ser conduzida. Esta etapa se ocupa com o cálculo do grau de sobreclassificação entre duas alternativas, considerando todos os critérios do problema. A equação 8 calcula o grau de sobreclassificação da alternativa  $a_i$  sobre a alternativa  $a_j$ .

$$\pi(a_i, a_j) = \sum_{t=1}^k P_{ij}^t(a_i, a_j) \cdot \omega_t \quad (8)$$

Para determinar o grau de sobreclassificação da alternativa  $a_j$  sobre a alternativa  $a_i$ , deve-se usar a equação 9.

$$\pi(a_j, a_i) = \sum_{t=1}^k P_{ji}^t(a_j, a_i) \cdot \omega_t \quad (9)$$

Nas equações 8 e 9,  $\pi(a_i, a_j)$  e  $\pi(a_j, a_i)$  indica o grau de sobreclassificação da primeira alternativa em relação à segunda. O componente  $P_{ij}^t(a_i, a_j)$  representa o valor da função de preferência  $H(d)$  associada a um determinado critério  $c_t$ . Já o componente  $\omega_t$  representa o peso associado ao critério  $c_t$ .

Em posse dos graus de sobreclassificação das alternativas, a quarta etapa consiste em calcular os fluxos positivos e negativos de preferência, por meio das equações 10 e 11, nas quais o componente  $h$  representa a quantidade de alternativas do problema analisado.

$$\phi^+(a_i) = \frac{1}{h-1} \sum_{j=1}^k \pi(a_i, a_j) \quad (10)$$

$$\phi^-(a_i) = \frac{1}{h-1} \sum_{j=1}^k \pi(a_j, a_i) \quad (11)$$

Finalmente, a quinta etapa consiste em calcular o fluxo de preferência resultante das alternativas e comparar os resultados para se obter o ranking completo das alternativas (PROMETHEE II). Para uma alternativa  $a_i$ , seu fluxo de preferência resultante pode ser calculado por meio da

equação 12.

$$\phi(a_i) = \phi^+(a_i) - \phi^-(a_j) \quad (12)$$

A análise do resultado dos fluxos de preferência resultantes para as alternativas pode ser observada no quadro 12 (ZHAO; PENG; LI, 2013).

Quadro 12 - Análise do fluxo de preferência resultante.

Comparação	Notação	Análise
$\phi(a_i) > \phi(a_j)$	$a_iPa_j$	A alternativa $a_i$ é preferível em relação a alternativa $a_j$ .
$\phi(a_i) < \phi(a_j)$	$a_jPa_i$	A alternativa $a_j$ é preferível em relação a alternativa $a_i$ .

Fonte: adaptado de Zhao, Peng e Li (2013).

Finalmente, o ranqueamento das alternativas analisadas pelo método *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* se dá pelo ordenamento decrescente dos fluxos de preferência resultantes calculados por meio da equação 12. É importante ressaltar que quanto maior for o valor de  $\phi(a_i)$ , mais importante se mostrará a alternativa  $a_i$ .

## 2.4 Síntese e Considerações Gerais da Seção

A avaliação diagnóstica e propositiva de uma organização busca, por meio da articulação dos conceitos de interoperabilidade e *smart supply chain*, contribuir para a seleção das tecnologias mais adequadas a serem implementadas de modo a promover a inteligência em sua cadeia produtiva. Para isto, esta seção explorou os domínios do conhecimento referentes à interoperabilidade, *smart supply chain* e métodos multicritério de apoio à decisão.

Para que uma organização possa ser mais competitiva, ela deve colaborar com seus parceiros de forma que informações e competências sejam compartilhadas. Entretanto, as barreiras que impedem que isso aconteça devem ser identificadas e removidas. Neste sentido, a exploração do domínio da interoperabilidade buscou identificar quais são essas barreiras e em quais níveis de uma organização elas podem ocorrer, caracterizando os quadrantes da interoperabilidade. Estes quadrantes permitem configurar uma organização de tal forma que a integração e colaboração com seus parceiros seja efetiva.

Em um ambiente altamente competitivo, as organizações precisam ser inteligentes e seus processos decisórios devem ser pautados em dados relacionados ao mercado no qual atuam e aos seus processos de negócio. Neste contexto, a interoperabilidade e a *smart supply chain* se apresentam como gnósticos adequados que, quando atendidos, contribuem com a integração e colaboração entre parceiros de negócio com o uso de tecnologias avançadas.

A interoperabilidade, representada pelas suas barreiras e preocupações, pode se apoiar nos princípios da *smart supply chain* para ser implementada. Estes princípios, por sua vez, são operacionalizados pelo uso das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* que devem ser devidamente selecionadas, considerando o estado atual da organização avaliada. Este processo de seleção é complexo e considera múltiplas perspectivas de análise, sendo caracterizado como um problema de decisão multicritério. Desta forma, os métodos multicritério de apoio à decisão *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) são utilizados como base metodológica para conceber o modelo MAATS. O método AHP apoia a fase diagnóstica de uma organização na avaliação do seu estado atual em relação à interoperabilidade e aos princípios da *smart supply chain*. Com base no seu diagnóstico, o método PROMETHEE apoia a fase propositiva, responsável pela seleção das tecnologias mais adequadas à organização.

Com a base conceitual definida, a seção 3 apresenta a metodologia de pesquisa adotada. Ela é segmentada em três fases: a primeira se ocupa com a construção do referencial teórico que define os elementos fundamentais para a construção do modelo. A segunda fase se ocupa com a estruturação e desenvolvimento dos procedimentos e instrumentos de avaliação diagnóstica e propositiva que compõem o modelo propostos. Já a terceira fase se refere à aplicação do modelo proposto em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva.

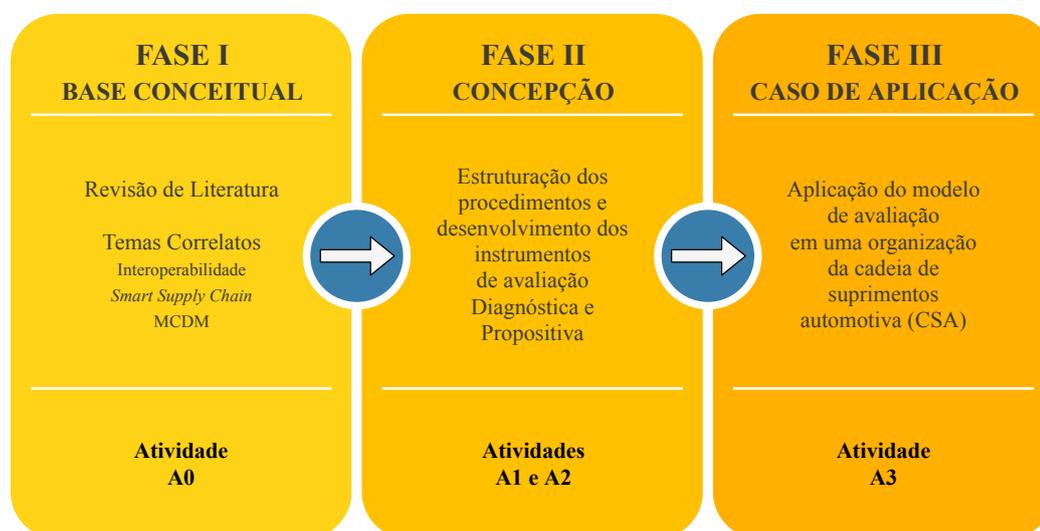
### 3 MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento do modelo de avaliação diagnóstica e propositiva para a adoção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain* - denominado de Modelo de Avaliação para a Adoção de Tecnologias *Smart* (MAATS) - os elementos contidos nos domínios Interoperabilidade e *smart supply chain* são organizados com os métodos multicritério de apoio à decisão, buscando definir como eles podem ser utilizados como elementos avaliativos. Esses métodos são utilizados para a instrumentalização dos procedimentos avaliativos que compõem o modelo proposto. Estes procedimentos são conduzidos em duas instâncias: a primeira diagnóstica e posteriormente uma propositiva.

A avaliação diagnóstica tem a finalidade de determinar o estado atual da organização avaliada, considerando suas características planejadas e aquelas que são efetivamente implantadas. Desta forma, é possível identificar seus pontos fortes, fracos e discrepâncias entre planejamento e implantação, considerando a interoperabilidade e os princípios da *smart supply chain* como óticas avaliativas. Em sequência, a avaliação propositiva apoia o processo decisório acerca de quais tecnologias recomendadas da *smart supply chain* devem ser adotadas, com vistas a melhorar os pontos fracos e minimizar as discrepâncias previamente identificadas na avaliação diagnóstica.

Para isso, o ciclo de desenvolvimento da pesquisa é composto por três fases, como ilustradas na figura 4.

Figura 4 - Fases de desenvolvimento da pesquisa.

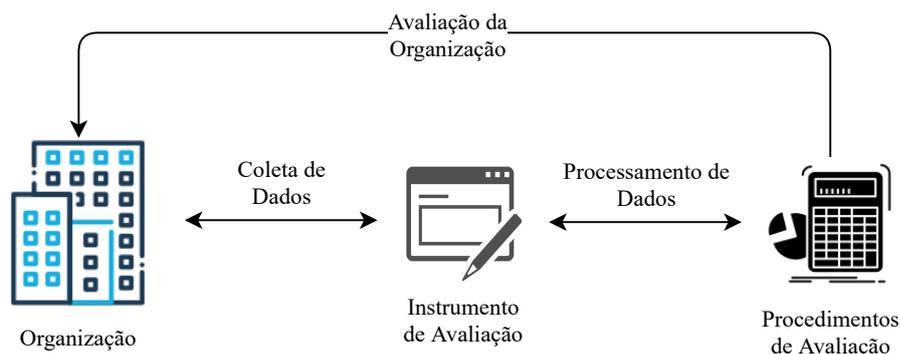


Fonte: o autor.

A primeira fase do ciclo de desenvolvimento do modelo de avaliação é denominada de Base Conceitual. Esta fase contempla a revisão da literatura acerca das temáticas centrais da pesquisa: a interoperabilidade, a *smart supply chain* e os métodos multicritério de apoio à decisão. Estes domínios são explorados de modo a fornecer os elementos fundamentais para os procedimentos avaliativos e propositivos que compõem o MAATS, sendo eles as barreiras e preocupações da interoperabilidade, os princípios da *smart supply chain*, as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* e as regras e procedimentos dos métodos multicritério de apoio à decisão *Analytic Hierarchy Process* (AHP) e *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). Os resultados desta fase deram subsídio para a organização da seção 2.

A segunda fase - denominada Concepção - abrange as atividades necessárias para a estruturação dos procedimentos de avaliação diagnóstica, propositiva e desenvolvimento dos respectivos instrumentos de avaliação. Os procedimentos se referem aos suportes metodológicos utilizados para compilar os dados coletados na organização avaliada, ou seja, é a forma como se obtém o resultado das avaliações realizadas. Já os instrumentos de avaliação representam os objetos utilizados para a coleta do julgamento dos decisores a serem posteriormente submetidos aos procedimentos de avaliação, conforme ilustra a figura 5.

Figura 5 - Relação entre organização, instrumento de avaliação e procedimentos de avaliação.



Fonte: o autor.

A terceira fase - denominada Caso de Aplicação - contempla uma aplicação prática do modelo concebido em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva. Esta aplicação tem como objetivo determinar o estado atual da organização em relação aos princípios da *smart supply chain*, sob a ótica da interoperabilidade, e contribuir para a sua tomada de decisão no que se refere à seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* a serem adotadas de

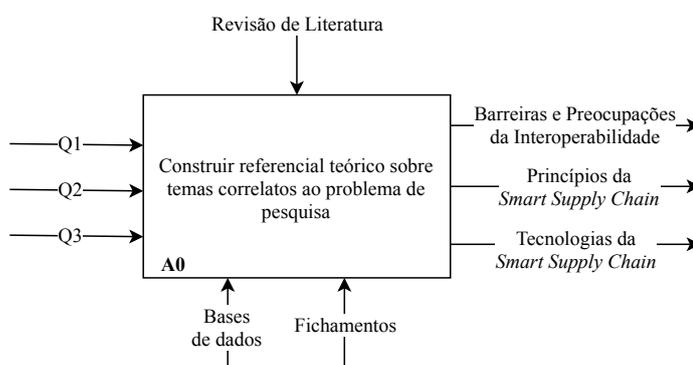
modo a melhorar o estado atual da sua transformação digital.

Para que o desenvolvimento seja adequadamente conduzido, cada fase é detalhada considerando as suas respectivas entradas, atividades, ferramentas, mecanismos de controle e saídas necessárias à concepção do modelo MAATS.

### 3.1 Fase I - Base Conceitual

A primeira fase da pesquisa tem por objetivo construir o conhecimento teórico que fundamenta os elementos necessários para a concepção das avaliações diagnóstica e propositiva. Esta fase é composta pela atividade A0, indicada na figura 6.

Figura 6 - Atividades da Fase I.



Fonte: o autor.

Esta atividade consiste na exploração dos domínios interoperabilidade, *smart supply chain* e métodos multicritério de apoio à decisão, os quais dão suporte conceitual e instrumental ao modelo. Para a construção deste conhecimento, foram realizadas pesquisas em bases de dados científicos com a combinação de palavras-chave como *smart supply chain*, interoperabilidade e métodos multicritério de apoio à decisão, combinados com palavras como características, princípios e tecnologias.

O mecanismo de controle adotado na sua execução é representado pelas recomendações para o desenvolvimento de revisões de literatura (WINCHESTER; SALJI, 2016). As ferramentas utilizadas foram as bases de dados como Web Of Science, Emerald Insight, IEEE Xplore, ACM Digital Library, Taylor & Francis Online, Google Acadêmico e fichamento dos textos científicos utilizados. As entradas desta atividade são os questionamentos que conduziram a construção da base conceitual do modelo, sendo elas:

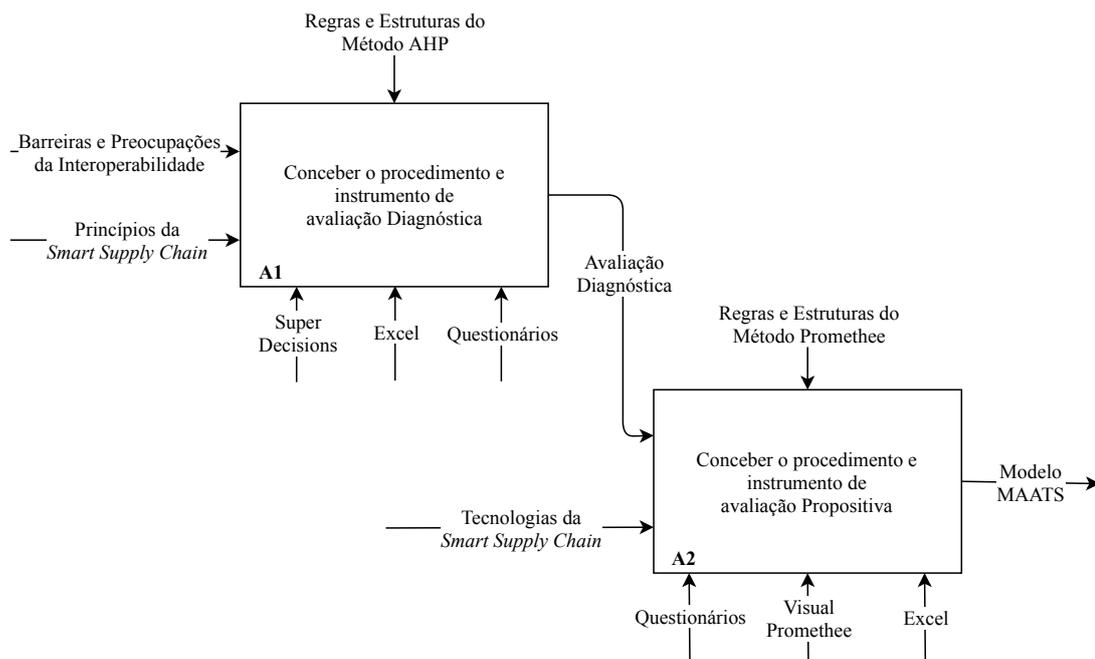
- Q1: quais são os aspectos da interoperabilidade que contribuem para o desempenho de organizações produtivas?
- Q2: quais são as características da *smart supply chain* que contribuem para a transformação digital de organizações produtivas?
- Q3: quais são as tecnologias recomendadas para a *smart supply chain*?

Estas perguntas de pesquisa permitem definir as saídas desta atividade como a conceituação das barreiras e preocupações da interoperabilidade, a definição dos princípios da *smart supply chain* que promovem uma organização como *smart* e as tecnologias recomendadas para que a transformação digital seja possibilitada em uma organização produtiva. Portanto, com a Base Conceitual definida, inicia-se a Fase II do ciclo de desenvolvimento do modelo.

### 3.2 Fase II - Concepção

A fase Concepção tem o objetivo de estruturar os procedimentos de avaliação diagnóstica, propositiva e desenvolver os seus respectivos instrumentos de avaliação. Esta fase é composta pelas atividades A1 e A2 observadas na figura 7.

Figura 7 - Atividades da Fase II.



Fonte: o autor.

As entradas da atividade A1 são as barreiras e preocupações da interoperabilidade e os princípios da *smart supply chain*. Esses elementos dão o suporte conceitual necessário para estruturar a avaliação diagnóstica do modelo. Esta avaliação se caracteriza como um problema de decisão multicritério e, para isso, o método multicritério de apoio à decisão AHP é utilizado para instrumentalizar a solução no domínio do problema observado (RODRIGUES et al., 2017). Desta forma, os mecanismos de controle adotados para a atividade A1 são as regras e estruturas necessárias para a execução do método AHP, sendo a primeira delas a construção da árvore hierárquica do problema de decisão.

Para determinar a avaliação dos decisores em relação aos elementos contidos na árvore hierárquica do problema de decisão, o método multicritério de apoio à decisão AHP utiliza comparações paritárias para cada nível da hierarquia, utilizando a escala fundamental de Saaty como escala de julgamento (SAATY, 2008). Essas comparações são realizadas para avaliar como uma organização planeja seu processo de transformação digital e sua interoperabilidade. Em seguida, os decisores avaliam como esta mesma organização implanta o seu planejamento.

A avaliação diagnóstica busca evidenciar as discrepâncias entre o planejamento da organização e a sua respectiva implantação. Isto é realizado com o apoio do método multicritério de apoio à decisão AHP pela priorização dos critérios considerados como elementos diagnósticos. Desta forma, após a coleta dos julgamentos dos decisores e compilação dos resultados pela aplicação do método, os *gaps* entre importância e desempenho são calculados para identificar as fragilidades e forças da organização.

As ferramentas utilizadas na atividade A1 são questionários (estruturados como instrumentos de coleta dos julgamentos dos decisores, apresentados nos apêndices A e B), o *software* Super-Decision, versão 3.2.0 (utilizado para instanciar o método multicritério de apoio à decisão AHP) (MU; PEREYRA-ROJAS, 2017), e planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel, utilizado para o cálculo dos *gaps* entre importância e desempenho e para gerar gráficos com os resultados obtidos.

Com o procedimento e instrumentos de avaliação diagnóstica concebidos, a atividade A1 está concluída. Portanto, a atividade A2 é iniciada com o objetivo de se conceber o procedimento e instrumentos de avaliação propositiva do modelo. Suas entradas são a avaliação diagnóstica e as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* identificadas na Fase I, Base Conceitual.

O objetivo da avaliação propositiva do modelo é contribuir para a tomada de decisão da organização avaliada em relação à seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain*

para a sua transformação digital. Seu procedimento é estruturado com o método multicritério de apoio à decisão PROMETHEE. Com isso, essas tecnologias são priorizadas a partir das influências que elas exercem sobre os princípios da *smart supply chain*. Portanto, as regras e estruturas do PROMETHEE definem os mecanismos de controle utilizados na condução da atividade A2.

Desta forma, a avaliação propositiva busca determinar, com base na avaliação diagnóstica, quais são as tecnologias que mais contribuem para a transformação digital da organização avaliada. Portanto, os decisores avaliam a intensidade que cada tecnologia recomendada (alternativa de decisão) influencia cada um dos princípios da *smart supply chain* (critérios de decisão).

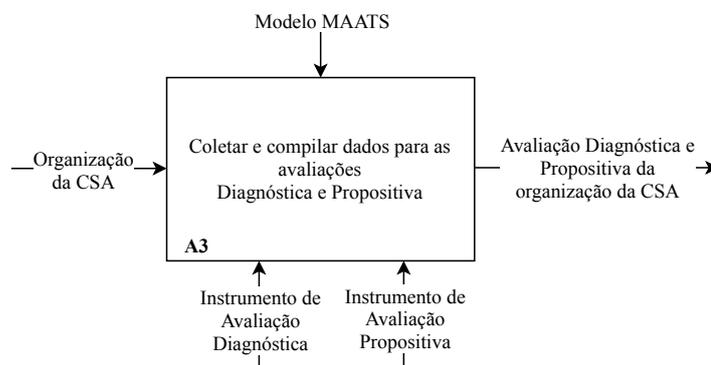
As ferramentas utilizadas na condução da atividade A2 são os questionários de avaliação para coleta do julgamentos dos decisores apresentados nos apêndices A e B, o software Visual PROMETHEE versão 1.4.0.0 (SINGH; NACHTNEBEL, 2016) e planilhas eletrônicas no *software* Microsoft Excel.

Com a conclusão da atividade A2, a Fase II é finalizada, responsável por conceber as avaliações diagnóstica e propositiva. Assim, saída da atividade A2 é o modelo MAATS. Logo, é possível iniciar a Fase III, responsável pela aplicação do modelo concebido.

### **3.3 Fase III - Caso de Aplicação**

A fase Caso de Aplicação tem o objetivo de aplicar o modelo MAATS em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva para testá-lo e identificar suas forças e limitações. Assim, é possível revisar o modelo para incorporar melhorias na sua estrutura de modo a apoiar o processo de decisão para a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* que contribuem para o processo de transformação digital em organizações inseridas em cadeias de suprimentos complexas. Esta fase é composta pela atividade A3, observada na figura 8.

Figura 8 - Atividades da Fase III.



Fonte: o autor.

A entrada desta atividade é a organização da cadeia de suprimentos automotiva. As ferramentas utilizadas nesta atividade são os instrumentos de avaliação diagnóstica e propositiva, com o objetivo de coletar os julgamentos dos decisores consultados. O mecanismo de controle utilizado é o modelo MAATS.

Para a coleta dos julgamentos, é realizada uma entrevista com gestores da organização. Neste trabalho foram conduzidas entrevistas estruturadas com 3 pessoas que estão envolvidas com os processos de transformação digital na organização avaliada.

A saída desta atividade representa o resultado global do modelo MAATS. Este resultado é a avaliação diagnóstica e propositiva da organização para adotar tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, apresentando a seleção daquelas que mais contribuem para a melhoria do estado atual do seu processo de transformação digital.

### 3.4 Síntese e Considerações Gerais da Seção

Esta seção apresentou como o método de pesquisa deste trabalho está organizado, considerando a articulação dos domínios da interoperabilidade, da *smart supply chain* e os métodos multicritério de apoio à decisão. Ele é composto por três fases de desenvolvimento, sendo a primeira dedicada à base conceitual que apoia a definição dos elementos necessários para a avaliação diagnóstica e propositiva do modelo.

A segunda fase se ocupa com a concepção do modelo, considerando as barreiras e preocupações da interoperabilidade, os princípios da *smart supply chain* e métodos multicritério de apoio à decisão AHP e PROMETHEE. Esses elementos são organizados de modo a se obter os procedimentos de avaliação diagnóstica e propositiva, bem como os seus respectivos instrumentos de

avaliação. Neste sentido, um instrumento representa o objeto utilizado para coletar os dados das avaliações junto à organização. Já os procedimentos representam os suportes metodológicos utilizados para o processamento dos dados coletados, caracterizados pelos métodos multicritério de apoio à decisão citados.

Por fim, a terceira fase se ocupa com a aplicação do modelo propostos em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva. Esta aplicação busca identificar suas forças e limitações, permitindo que o modelo seja revisado.

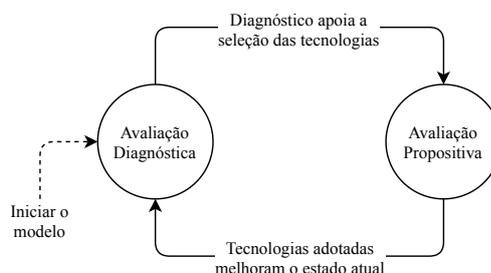
## 4 CONCEPÇÃO DO MODELO

O modelo MAATS é composto por duas fases de avaliação: uma diagnóstica e outra propositiva. A primeira tem como objetivo avaliar como uma organização planeja e implementa suas ações voltadas à interoperabilidade e aos princípios da *smart supply chain*. Desta forma, o estado atual da organização é evidenciado e apresentado por meio dos resultados obtidos com o método multicritério de apoio à decisão AHP.

A segunda fase tem por objetivo propor quais são as tecnologias mais relevantes que a organização avaliada deve adotar para que suas deficiências identificadas na fase diagnóstica sejam desenvolvidas. A proposição das tecnologias mais relevantes permite que a organização planeje as suas respectivas adoções, contribuindo para que o seu estado futuro seja racionalmente construído.

O modelo MAATS se apresenta como um ciclo de seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain*. Neste sentido, ele pode ser reaplicado após a adoção de uma tecnologia previamente selecionada, de modo a apoiar a tomada de decisão de organizações no seu processo contínuo de transformação digital, conforme ilustra a figura 9.

Figura 9 - Ciclo de reaplicação do modelo MAATS.

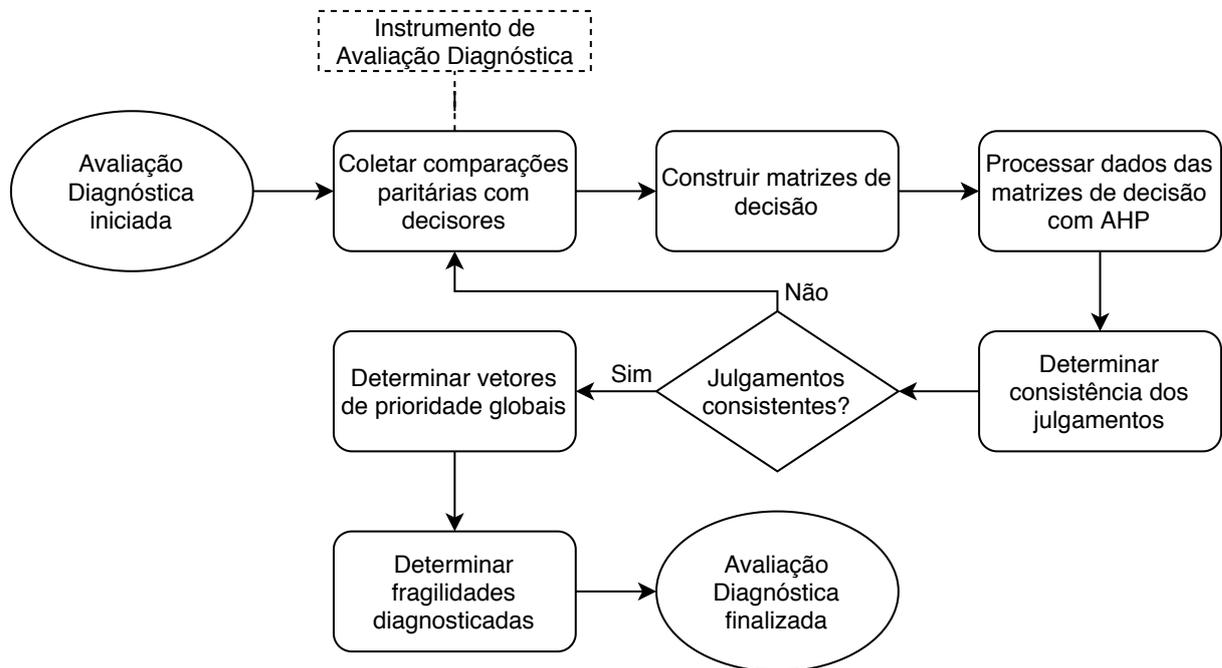


Fonte: o autor.

### 4.1 Avaliação Diagnóstica

A primeira fase do modelo MAATS - denominada Avaliação Diagnóstica - tem como objetivo diagnosticar o estado atual de uma organização em relação à interoperabilidade e à *smart supply chain*. De forma granular, os elementos que suportam a avaliação da interoperabilidade são as suas barreiras e preocupações, definidos na seção 2.1. Já a avaliação da *smart supply chain* é apoiada pelos seus princípios, apresentados na seção 2.2. A operacionalização da avaliação diagnóstica é apresentada na Figura 10.

Figura 10 - Procedimento executivo da avaliação diagnóstica.



Fonte: o autor.

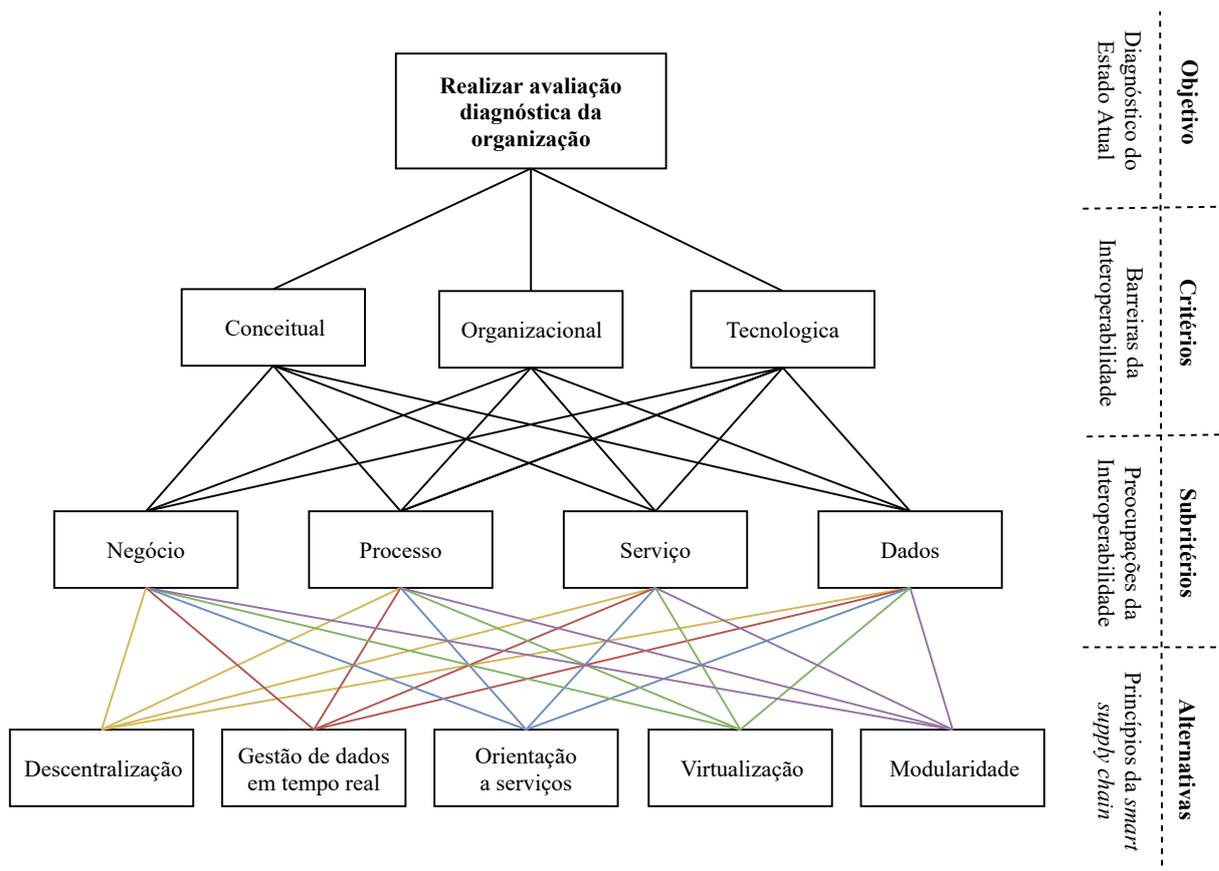
A organização dos elementos diagnósticos é apoiada pelo método multicritério de apoio à decisão AHP, o qual se espelha no funcionamento da mente humana para a organização de processos de tomada de decisão. Neste sentido, um problema complexo e composto por elevado número de elementos é decomposto em partes menores. Essas partes são agrupadas segundo propriedades comuns entre elas. Este processo é sequencialmente repetido de modo a agrupar os elementos em níveis cada vez mais altos, considerando características comuns nos grupos de nível imediatamente inferior. Quando o nível mais alto representa o objetivo global, é formada a árvore hierárquica do problema de decisão (SILVA, 2007; GOMEDE; BARROS, 2012).

O objetivo global desta fase do modelo MAATS é realizar a avaliação diagnóstica de uma organização, considerando a interoperabilidade e a *smart supply chain* como óticas avaliativas. Para isso, este objetivo complexo e composto por vários elementos de avaliação será decomposto em partes menores que serão avaliadas paritariamente e, quando agregadas determinam o estado atual da organização. De modo a atingir o objetivo global declarado, primeiramente busca-se avaliar os princípios da *smart supply chain*. Esses elementos podem contribuir com o desenvolvimento de aspectos como negócio, processo, serviço e dados (preocupações da interoperabilidade) na organização avaliada. Portanto, eles podem ser agrupados nessas quatro perspectivas mencionadas. Por outro lado, as preocupações têm seu desenvolvimento influenciado pelas barreiras

da interoperabilidade, sendo elas conceitual, organizacional e tecnológica. Neste sentido, as preocupações podem ser agrupadas nesses três elementos indicados, os quais permitem atingir o objetivo global desta fase do modelo.

A partir do detalhamento das relações entre os domínios considerados, a árvore hierárquica do problema pode ser constituída por quatro níveis. O mais alto representa o objetivo de decisão, sendo ele a avaliação diagnóstica de uma organização. Então, o próximo nível representa os critérios de decisão, determinados pelas barreiras da interoperabilidade. O terceiro nível indica as suas preocupações, definindo o nível dos subcritérios. O último nível é representado pelas alternativas de decisão, sendo elas os princípios da *smart supply chain*. Desta forma, a árvore hierárquica do problema de decisão do modelo MAATS é apresentada na Figura 11.

Figura 11 - Árvore hierárquica da avaliação diagnóstica.



Fonte: o autor.

A árvore hierárquica do problema de decisão apresentada é o elemento central para a construção do procedimento de avaliação diagnóstica do modelo MAATS, o qual se apoia no método multicritério de apoio à decisão AHP. Assim, os elementos da árvore hierárquica,

denominados como elementos diagnósticos, são comparados paritariamente em duas óticas distintas. A primeira busca avaliar o nível de importância que a organização avaliada determina para cada elemento em seu planejamento. A segunda tem seu foco em analisar os níveis de desempenho que os respectivos elementos apresentam nesta mesma organização.

Para conduzir essas comparações de modo a avaliar o nível de importância de cada elemento diagnóstico, o decisor deve utilizar a escala apresentada no quadro 13, construída com o apoio da escala de Saaty (SAATY, 2008).

Quadro 13 - Escala de comparações paritárias de importância do procedimento de avaliação diagnóstica.

<b>Avaliação da Importância</b>		
<b>Escala</b>	<b>Significado da escala numérica</b>	<b>Definição</b>
1	Igualmente importante	Os elementos são igualmente importantes no planejamento da organização
3	Moderadamente mais importante	Um elemento é moderadamente mais importante que outro no planejamento da organização
5	Fortemente mais importante	Um elemento é fortemente mais importante que outro no planejamento da organização
7	Muito fortemente mais importante	Um elemento é muito fortemente mais importante que outro no planejamento da organização
9	Extremamente mais importante	Um elemento é extremamente mais importante que outro no planejamento da organização

Fonte: adaptado de Saaty (2008).

Após realizada a avaliação de importância dos elementos diagnósticos, se faz necessário avaliar o nível de desempenho apresentado por esses elementos na organização. Para isso, o decisor deve utilizar a escala apresentada no quadro 14, construída com o apoio da escala de Saaty (SAATY, 2008), para comparar paritariamente os elementos diagnósticos da árvore hierárquica do problema de decisão.

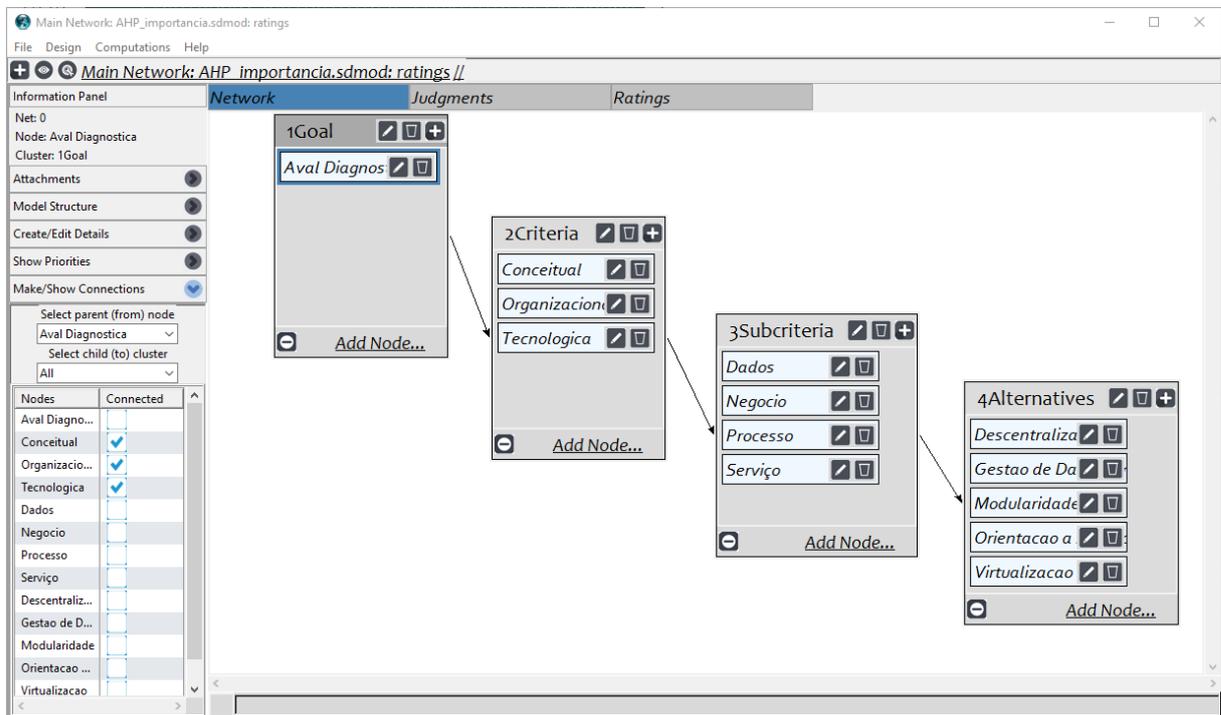
Quadro 14 - Escala de comparações paritárias de desempenho do procedimento de avaliação diagnóstica.

<b>Avaliação do Desempenho</b>		
<b>Escala</b>	<b>Significado da escala numérica</b>	<b>Definição</b>
1	Igual desempenho	Os elementos apresentam o mesmo nível de desempenho na organização
3	Moderadamente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho moderadamente maior do que outro
5	Fortemente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho fortemente maior do que outro
7	Muito fortemente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho muito fortemente maior do que outro
9	Extremamente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho extremamente maior do que outro

Fonte: adaptado de Saaty (2008).

De modo a instrumentalizar a aplicação do método AHP, foi adotado o *software Super-Decisions*, versão 3.2.0, desenvolvido pela *Creative Decisions Foundation*. Primeiramente, a árvore hierárquica do problema de decisão apresentada na Figura 11 foi modelada no *software*, conforme ilustra a Figura 12.

Figura 12 - Modelagem da árvore hierárquica do problema de decisão no *SuperDecisions*.



Fonte: o autor.

Cada elemento diagnóstico da árvore hierárquica do problema de decisão é utilizado para avaliar os elementos contidos no nível hierárquico imediatamente inferior a ele. Portanto, a avaliação diagnóstica do modelo MAATS é composta pelas matrizes de decisão indicadas no Quadro 15.

Quadro 15 - Matrizes de decisão para a avaliação diagnóstica.

Matrizes de Decisão		Elementos Diagnósticos Avaliados
Elemento de Referência	Avaliação Diagnóstica	Barreiras da Interoperabilidade
	Conceitual	Preocupações da Interoperabilidade
	Organizacional	
	Tecnológica	
	Negócio	Princípio da <i>Smart Supply Chain</i>
	Processo	
	Serviço	
Dados		

Fonte: árvore hierárquica do problema de decisão.

A próxima etapa do procedimento de avaliação diagnóstica é conduzir as comparações paritárias entre os elementos diagnósticos, com apoio das escalas apresentadas nos Quadros 13 e 14. De modo a facilitar a condução dessas comparações, foi criado um questionário que representa o instrumento de coleta das avaliações diagnósticas (importância e desempenho), apresentado no Apêndice A. A sua composição se dá por sessenta e sete perguntas, das quais sessenta e uma são referentes às comparações paritárias dos elementos diagnósticos e seis se referem à caracterização do decisor em relação a:

- Formação acadêmica/profissional;
- Tempo no qual trabalha na empresa;
- Setor da empresa no qual trabalha;
- Função desempenhada no setor no qual trabalha;
- Tempo no qual trabalha no setor informado;
- Nível de envolvimento com projetos/ações de transformação digital/Indústria 4.0 na empresa.

Após a realização das entrevistas com os decisores, as comparações por eles realizadas são agregadas por meio da técnica da média geométrica (SSEBUGGWAWO; HOPPENBROUWERS; PROPER, 2009). Deste modo, se obtém uma avaliação agregada de importância e desempenho dos elementos diagnósticos do modelo. Para instrumentalizar os cálculos do método AHP, essa avaliação agregada é imputada no *SuperDecisions*, conforme Figura 13, possibilitando a determinação dos vetores de prioridades locais e globais para os critérios e alternativas.

Figura 13 - Construção das comparações paritárias no *SuperDecisions*.

The screenshot shows the 'Judgments' tab in SuperDecisions. The main window is titled '2. Node comparisons with respect to Aval Diagnostica'. It displays a pairwise comparison matrix for three nodes: 'Conceitual', 'Organizacion~', and 'Tecnologica'. The matrix is a 3x3 grid of numerical values from 1 to 9, with diagonal elements set to 1. The top row compares 'Conceitual' against 'Organizacion~' and 'Tecnologica'. The bottom row compares 'Organizacion~' against 'Tecnologica'. The interface includes a 'Choose Node' dropdown menu on the left with 'Aval Diagnosti~' selected, and a 'Choose Cluster' dropdown menu with '2Criteria' selected. The matrix cells contain numerical values and a '>=9.5' label, indicating a scale from 1 to 9. The right side of the matrix shows 'No comp.' and the node names in red text.

Node	Conceitual	Organizacion~	Tecnologica
1. Conceitual	1	>=9.5	>=9.5
2. Conceitual	<=0.125	1	>=9.5
3. Organizacion~	<=0.125	<=0.125	1

Fonte: o autor.

Após o registro das comparações paritárias, a relação de consistência das avaliações é determinada para se verificar se os julgamentos são adequados para a tomada de decisão. Então, com todas as avaliações agregadas devidamente registradas no modelo do *SuperDecisions*, calcula-se o peso dos elementos diagnósticos, ponderado pelas relações existentes com outros elementos que se situam em níveis hierárquicos mais altos. Esse vetor de pesos ponderados é denominado de vetor de pesos globais, os quais são normalizados considerando-se o seu respectivo *cluster* (nível hierárquico).

A obtenção deste resultado a partir dos julgamentos dos decisores permite construir o diagnóstico da organização de modo a responder as seguintes indagações:

- Como as barreiras da interoperabilidade são priorizadas no planejamento da organização?
- Como as barreiras da interoperabilidade são desenvolvidas na organização?
- Como as preocupações da interoperabilidade são priorizadas no planejamento da organização?
- Como as preocupações da interoperabilidade são desenvolvidas na organização?
- Como os princípios da *smart supply chain* são priorizados no planejamento da organização?
- Como os princípios da *smart supply chain* são desenvolvidos na organização?

Para que o procedimento executado no *SuperDecisions* seja aderente à proposta do modelo MAATS, foram criados dois arquivos independentes para compilar os julgamentos dos decisores. Um possui a escala de comparações paritárias configurada para a avaliação de importância, conforme o Quadro 13. O outro possui a escala configurada para a avaliação de desempenho, conforme o Quadro 14.

As estruturas metodológicas organizadas com o método multicritério de apoio à decisão AHP apoiam a execução da primeira fase do modelo, caracterizando o procedimento de avaliação diagnóstica, responsável por processar as avaliações coletadas com os decisores e gerar a avaliação do estado atual de uma organização.

## **4.2 Análise para Determinação das Fragilidades Diagnosticadas**

O modelo MAATS é composto por duas fases de avaliação, sendo uma diagnóstica e outra propositiva. Esta última tem seu suporte metodológico baseado no método multicritério de apoio à decisão PROMETHEE, com o objetivo de selecionar as tecnologias recomendadas da

*smart supply chain* mais adequadas para a organização avaliada adotar, considerando a avaliação diagnóstica que explicita o seu estado atual.

Neste sentido, a tecnologia mais adequada pode ser compreendida como aquela que promove o desenvolvimento do princípio da *smart supply chain* mais frágil. Portanto, a partir das avaliações diagnósticas, esta fragilidade deve ser identificada de modo que o respectivo princípio seja indubitavelmente priorizado na avaliação propositiva.

Esta fragilidade caracteriza o elo entre as avaliações diagnóstica e propositiva do modelo MAATS, denominadas como *gaps* diagnósticos. Esses *gaps*, representados pela variável  $\delta_k$ , são determinados para cada princípio  $k$  da *smart supply chain* e são calculados pela diferença entre o seu respectivo peso global da avaliação de desempenho ( $\omega d_k$ ) e o peso global da avaliação de importância ( $\omega i_k$ ), conforme demonstra a equação 13.

$$\delta_k = \omega d_k - \omega i_k \quad (13)$$

Sabe-se que as variáveis  $\omega d_k$  e  $\omega i_k$  são extraídas dos vetores de pesos globais normalizados da avaliação diagnóstica e, portanto, existem para o intervalo  $[0; 1]$ . Em um caso hipotético no qual o desempenho de um dado princípio da *smart supply chain* de índice  $k$  é máximo ( $\omega d_k = 1$ ) e a sua respectiva importância é mínima ( $\omega i_k = 0$ ), o seu *gap* ( $\delta_k$ ) será igual a 1. Deste modo, todos os *gaps* diagnósticos que apresentam valores maiores ou iguais a zero demonstram que o nível de desempenho do seu respectivo princípio atende a importância que a organização avaliada confere a ele. Portanto, este princípio não se mostra fragilizado e não precisa ser priorizado na avaliação propositiva do modelo MAATS.

Por outro lado, se o desempenho de um dado princípio da *smart supply chain* de índice  $k$  é mínimo ( $\omega d_k = 0$ ) e a sua respectiva importância é máxima ( $\omega i_k = 1$ ), o seu *gap* ( $\delta_k$ ) será igual a -1. Este fenômeno explicita que os princípios que possuem *gaps* menores que zero apresentam nível de desempenho inferior à importância conferida a eles. Logo, quanto maior for o *gap* diagnóstico de um determinado princípio ( $\delta_k$  tendendo a  $-1$ ), mais frágil ele se apresenta e, portanto, deverá ser priorizado na avaliação propositiva para a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* mais adequadas à organização.

Nesta seleção, a priorização dos princípios da *smart supply chain* diagnosticados como frágeis é realizada pela maximização do seu peso, ou seja, aqueles que apresentam os maiores *gaps* na avaliação diagnóstica devem possuir os maiores pesos na avaliação propositiva. Pelo fato

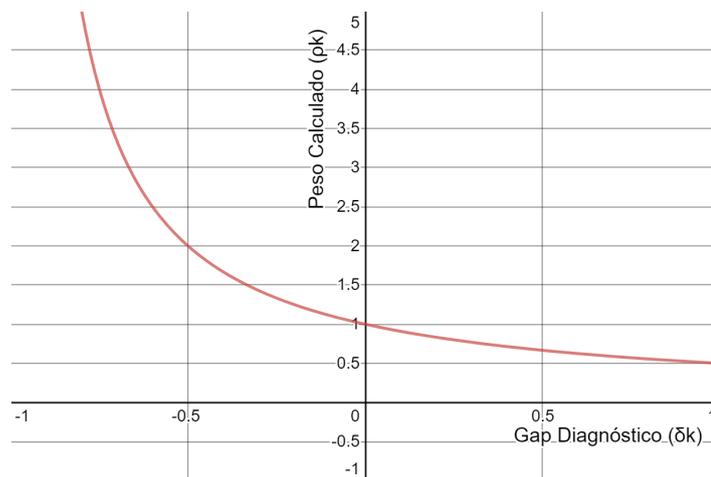
dos *gaps* diagnósticos ( $\delta_k$ ) existirem no intervalo  $[-1; 1]$  e pela impossibilidade de se determinar pesos negativos, a equação 14 define como os pesos absolutos ( $\rho_k$ ) dos princípios da *smart supply chain* devem ser calculados a partir dos *gaps* diagnósticos.

$$\rho_k = \frac{1}{\delta_k + 1} \quad (14)$$

O elemento (1) somado no denominador da equação 14 representa o fator de correção dos *gaps* diagnósticos que garante que todos os pesos absolutos ( $\rho_k$ ) sejam maiores do que zero, ou seja, pertençam ao conjunto dos  $\mathbb{R}^+$ .

A Figura 14 ilustra o comportamento dos pesos absolutos calculados com a equação 14, a partir do *gap* diagnóstico determinado na avaliação diagnóstica por meio da equação 13. Na Figura 14, considerando o intervalo  $[0; 1]$ , observa-se que o peso absoluto ( $\rho_k$ ) decresce conforme o *gap* diagnóstico ( $\delta_k$ ) tende a 1. Este comportamento é esperado, pois os princípios que apresentam o *gap* diagnóstico maior do que 0 são aqueles que possuem o nível de desempenho maior que o nível de importância a ele conferido, não se apresentando tão frágeis e por isso podem ter sua importância reduzida na avaliação propositiva.

Figura 14 - Comportamento exponencial de  $\rho_k$  (Equação 14).



Fonte: o autor.

Por outro lado, conforme o *gap* diagnóstico decresce e tende a  $-1$ , considerando o intervalo  $[-1; 0]$ , os respectivos pesos absolutos crescem de forma a tender a  $+\infty$ . Este comportamento da equação 14 é esperado, pois o seu objetivo é priorizar aqueles princípios que apresentem os menores *gap* diagnóstico, ou seja, aqueles que possuem as maiores deficiências quando

analisados com a combinação das perspectivas de planejamento e implantação.

Após o cálculo dos pesos absolutos ( $\rho_k$ ) para todos os princípios da *smart supply chain* analisados, seus valores normalizados ( $\tau_k$ ) são obtidos pela aplicação da técnica de normalização pela soma, conforme equação 15.

$$\tau_k = \frac{\rho_k}{\sum_{k=1}^n \rho_k} = \rho_k \cdot \frac{1}{\sum_{k=1}^n \rho_k} \quad (15)$$

Substituindo a equação 14 na equação 15, tem-se:

$$\tau_k = \left( \frac{1}{\delta_k + 1} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{\delta_k + 1}} \right) \quad (16)$$

A Tabela 2 apresenta *gaps* diagnósticos para os princípios da *smart supply chain*, calculados com a aplicação da equação 13, considerando valores hipotéticos para os parâmetros  $\omega d_k$  e  $\omega i_k$ . Também são apresentados os pesos normalizados calculados por meio da equação 16.

Tabela 2 - Cálculo dos pesos absoluto ( $\rho_k$ ) e normalizado ( $\tau_k$ ) (Equações 14 e 16).

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	k	$\delta_k$	$\rho_k$	$\tau_k$
Descentralização	1	0,0189	0,9815	0,1962
Gestão de Dados em Tempo Real	2	-0,0256	1,0263	0,2052
Modularidade	3	0,0112	0,9890	0,1977
Orientação a Serviços	4	-0,0025	1,0025	0,2004
Virtualização	5	-0,0020	1,0020	0,2004
Total	-	-	5,0012	1,0000

Fonte: o autor.

É possível observar que os pesos normalizados ( $\tau_k$ ) apresentam variação incremental, dificultando a evidenciação dos princípios da *smart supply chain* que se caracterizam como frágeis.

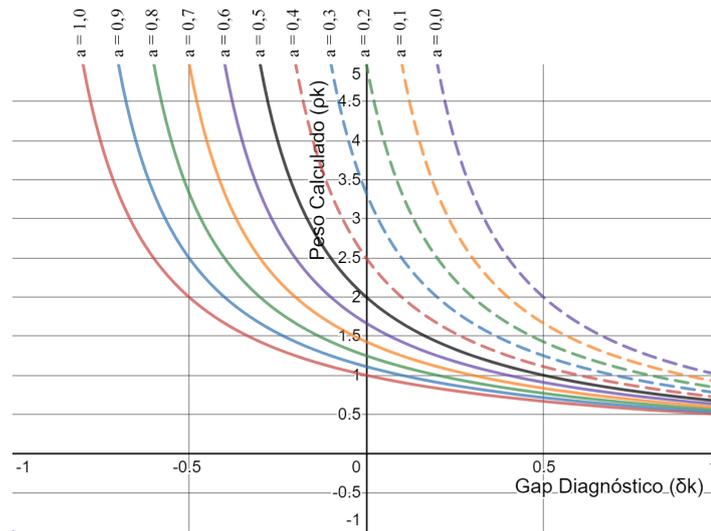
Para que essas fragilidades sejam mais fortemente evidenciadas, é necessário aumentar a variabilidade dos pesos normalizados. Este efeito pode ser obtido com a substituição do fator de correção fixo (1) por um fator de correção variável ( $a$ ), determinado em função dos *gaps* diagnósticos ( $\delta_k$ ). Portanto, a função de pesos absolutos e normalizados, respectivamente representadas pelas equações 14 e 16, podem ser reescritas fornecendo as equação 17 e 18.

$$\rho_k = \frac{1}{\delta_k + a} \quad (17)$$

$$\tau_k = \left( \frac{1}{\delta_k + a} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sum_1^n \frac{1}{\delta_k + a}} \right) \quad (18)$$

A Figura 15 ilustra o comportamento da função de pesos absolutos representada pela Equação 17, com o fator de correção ( $a$ ) variando de 1 (curva à extrema esquerda) até 0 (curva à extrema direita). Conforme  $a$  tende a 0, a curva de pesos absolutos se desloca para a direita no plano cartesiano, fazendo com que o menor *gap* diagnóstico sempre esteja posicionado na região de variações mais acentuadas da curva. Isto faz com que o peso do princípio da *smart supply chain* mais frágil se destaque em relação ao peso dos princípios menos frágeis.

Figura 15 - Comportamento corrigido de  $\rho_k$  (Equação 17), para  $1 \geq a \geq 0$ .



Fonte: o autor.

As Equações 17 e 18 são indeterminadas quando o fator de correção ( $a$ ) se iguala ao *gap* diagnóstico ( $\delta_k$ ) do princípio da *smart supply chain* mais frágil. Nesses casos, tem-se que  $\delta_k + a = 0$ , resultando em  $\rho_k = +\infty$  e, portanto, impossibilitando a execução da fase propositiva do modelo MAATS.

Para garantir que os pesos normalizados ( $\tau_k$ ) possam ser calculados e utilizados na fase propositiva de forma adequada, o fator de correção ( $a$ ) adotado deve, necessariamente, ser capaz de fazer com que todos os pesos absolutos ( $\rho_k$ ) sejam maiores que 0. Além disso,  $a$  deve ser obrigatoriamente maior que o menor *gap* diagnóstico calculado em módulo, ou seja,  $a > |\min(\rho_k)|$ . Desta forma, as Equações 17 e 18 não possuirão pontos de indeterminação, sendo capazes de calcular os pesos absoluto e normalizado para qualquer *gap* diagnóstico medido.

Assim sendo, o fator de correção utilizado nas Equações 17 e 18 para a determinação respectiva dos pesos absoluto e normalizado é o mínimo *gap* diagnóstico, sendo calculado pela Equação 19.

$$a = (2 \cdot |\min(\delta_k)|) \quad (19)$$

Logo, substituindo a Equação 19 nas Equações 17 e 18, o cálculo dos pesos absolutos e normalizados a partir dos *gaps* diagnósticos é regido pelas Equações 20 e 21.

$$\rho_k = \frac{1}{\delta_k + (2 \cdot |\min(\delta_k)|)} \quad (20)$$

$$\tau_k = \left( \frac{1}{\delta_k + (2 \cdot |\min(\delta_k)|)} \right) \cdot \left( \frac{1}{\sum_{k=1}^n \frac{1}{\delta_k + (2 \cdot |\min(\delta_k)|)}} \right) \quad (21)$$

Para os dados apresentados na tabela 2, o menor *gap* diagnóstico é  $\delta_2 = -0.0256$ , e aplicando-se as Equações 20 e 21, obteve-se a Tabela 3.

Tabela 3 - Cálculo dos pesos absoluto ( $\rho_k$ ) e normalizado ( $\tau_k$ ) (Equações 20 e 21).

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	k	$\delta_k$	$\rho_k$	$\tau_k$
Descentralização	1	0,0189	14,2735	0,1295
Gestão de Dados em Tempo Real	2	-0,0256	39,0778	0,3544
Modularidade	3	0,0112	16,0411	0,1455
Orientação a Serviços	4	-0,0025	20,5297	0,1862
Virtualização	5	-0,0020	20,3293	0,1844
Total	-	-	110,2513	1,0000

Fonte: o autor.

É possível observar com os resultados apresentados na Tabela 3 que, com a aplicação das Equações 20 e 21, a diferença entre os pesos normalizados ( $\tau_k$ ) se mostra mais acentuada do que no cenário apresentado na Tabela 2. De modo a comparar os resultados obtidos com as duas estratégias para a determinação dos pesos absolutos e relativos dos princípios da *smart supply chain*, a Tabela 4 apresenta dois cenários de análise. O primeiro não considera um fator de correção a ser aplicado na curva de pesos absolutos e foi construído com as Equações 14 e 16. Já o segundo considera a utilização do fator de correção  $a$  para ajustar a curva de pesos absolutos e foi construído com as Equações 20 e 21. Os resultados obtidos com os cenários analisados

podem ser observado na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparativo dos pesos absolutos e normalizados.

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	k	$\delta_k$	Cenário 1		Cenário 2	
			$\rho_k$	$\tau_k$	$\rho_k$	$\tau_k$
Descentralização	1	0,0189	0,9815	0,1962	14,2735	0,1295
Gestão de Dados em Tempo Real	2	-0,0256	1,0263	0,2052	39,0778	0,3544
Modularidade	3	0,0112	0,9890	0,1977	16,0411	0,1455
Orientação a Serviços	4	-0,0025	1,0025	0,2004	20,5297	0,1862
Virtualização	5	-0,0020	1,0020	0,2004	20,3293	0,1844
Total	-	-	5,0012	1,0000	110,2513	1,0000

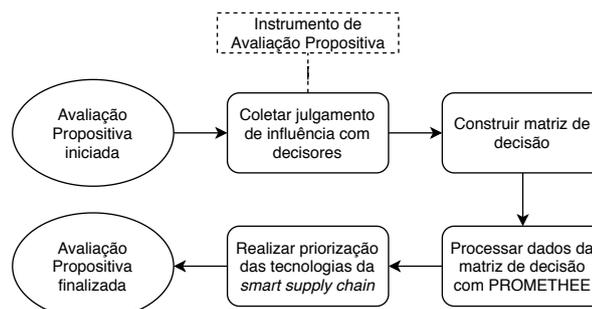
Fonte: o autor.

Portanto, as Equações 20 e 21 se mostraram capazes de destacar o princípio da *smart supply chain* mais frágil na avaliação diagnóstica, permitindo com que essa fragilidade seja efetivamente priorizadas. Assim sendo, a análise dos *gaps* diagnósticos como uma estratégia para a determinação dos pesos dos princípios da *smart supply chain*, e suas conseqüentes priorizações, se mostra como um elemento fundamental para conferir coesão e articulação entre as fases diagnóstica e propositiva do modelo MAATS.

### 4.3 Avaliação Propositiva

A segunda fase do modelo MAATS - denominada Avaliação Propositiva - tem como objetivo selecionar as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* mais adequadas ao estado atual da organização avaliada. Esta seleção é conduzida com o apoio do método multicritério de apoio à decisão PROMETHEE e do *software* Visual PROMETHEE. A operacionalização da avaliação propositiva é visualizada na Figura 16.

Figura 16 - Procedimento executivo da avaliação propositiva.



Fonte: interface do software Visual PROMETHEE.

Assim, a matriz de decisão para a aplicação do método é estruturada com os princípios da *smart supply chain* e as tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, definidos na seção 2.2, como ilustrado na Figura 17.

Figura 17 - Matriz de decisão PROMETHEE.

Critérios (A)	●	Scenario1	Descentraliz...	Gestao de D...	Orientacao a...	Virtualizacao	Modularidade	
	Unit	Influência	Influência	Influência	Influência	Influência	Influência	
	Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	◆	
Pesos (B)	<b>Preferences</b>							
	Min/Max	max	max	max	max	max	max	
	Weight	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
	Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
	Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
	- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
	- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a		
Alternativas (C)	<b>Statistics</b>							
	<b>Evaluations</b>							
	<input checked="" type="checkbox"/>	Analise de Dados...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Ciberseguranca	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Comunicacao e R...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Manufatura Aditiva	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Computacao em ...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Robotica Adapta...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Sensores e Atua...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Simulacao	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Sistemas Embarc...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Tecnologias Mov...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	RFID e RTLS	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
	<input checked="" type="checkbox"/>	Tecnologias de Vi...	<input type="checkbox"/>	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
<b>Julgamentos (D)</b>								

Fonte: interface do software Visual PROMETHEE.

O grupo A, indicado na Figura 17, representa os critérios de julgamento que devem ser considerados pelos decisores, caracterizados pelos princípios da *smart supply chain*, sendo eles a Descentralização, a Gestão de Dados em Tempo Real, a Orientação a Serviços, a Virtualização e a Modularidade.

O grupo B indica os pesos determinados para cada um dos critérios considerados. Esses pesos são obtidos por meio da análise dos *gaps* diagnósticos, especificamente pela aplicação das Equações 20 e 21. Então, os valores obtidos com esta última equação são imputados na matriz de decisão da Figura 17, para cada respectivo critério.

O grupo C contém as alternativas de decisão do modelo. Essas alternativas são representadas pelas tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, sendo elas Análise de Dados e

Inteligência Artificial, Cibersegurança, Comunicação e Rede, Manufatura Aditiva, Computação em Nuvem, Robótica Adaptativa, Sensores e Atuadores, Simulação, Sistemas Embarcados, Tecnologias móveis/mobile, RFID e RTLS e Tecnologias de Virtualização.

A tomada de decisão acerca das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* mais adequadas reside na contribuição dessas tecnologias para a melhoria do nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* avaliados na fase Avaliação Diagnóstica do modelo MAATS. Deste modo, os julgamentos dos decisores são conduzidos de modo que sejam identificados os níveis de influência que cada tecnologia exerce sobre cada um dos princípios considerados. Para isso, é utilizada a escala de julgamentos indicada no Quadro 16.

Quadro 16 - Escala de julgamento para a Avaliação Propositiva.

Escala numérica	Avaliação de Influência	
	Significado	Definição
0	Sem influência	A tecnologia avaliada não exerce nenhuma influência sobre o nível de desempenho do princípio da smart supply chain
1	Baixa influência	A tecnologia avaliada exerce baixa influência sobre o nível de desempenho do princípio da smart supply chain
2	Média influência	A tecnologia avaliada exerce média influência sobre o nível de desempenho do princípio da smart supply chain
3	Alta influência	A tecnologia avaliada exerce alta influência sobre o nível de desempenho do princípio da smart supply chain
4	Muito alta influência	A tecnologia avaliada exerce muito alta influência sobre o nível de desempenho do princípio da smart supply chain

Fonte: adaptado de Kaur et al. (2018).

Com a matriz de decisão para o método PROMETHEE (Figura 17) e a escala de julgamento para avaliação do nível de influência definidos, foi estruturado um questionário de apoio às avaliações dos decisores, caracterizando o instrumento de coleta de dados da avaliação propositiva do modelo MAATS, apresentado no Apêndice B. Após a sua aplicação, os resultados obtidos são agregados pela média, conforme a Equação 22.

$$\bar{x}_{ij} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n x_{ij}^k \quad (22)$$

Onde:

$\bar{x}_{ij}$  = Nível de influência agregado

$x_{ij}^k$  = Nível de influência de cada respectivo decisor

$k$  = Índice de identificação do decisor

$n$  = Número de decisores

Após a agregação das respostas de todos os decisores, os níveis de influência agregados ( $\bar{x}_{ij}$ ) são imputados no grupo D da matriz de decisão do Visual PROMETHEE, indicado na Figura 17.

Para a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* que mais influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain*, os dados imputados são processados com uso da função PROMETHEE *Rankings* para a obtenção dos *rankings* completos (PROMETHEE II). Desta forma, as alternativas de decisão (tecnologias recomendadas da *smart supply chain*) são ranqueadas a partir de seu desempenho global, possibilitando a determinação daquelas que apresentam maiores importâncias para a organização avaliada.

As estruturas metodológicas organizadas com o método multicritério de apoio à decisão PROMETHEE são capazes de executar a segunda fase do modelo, caracterizando o procedimento de avaliação propositiva, responsável por processar as avaliações coletadas com os decisores acerca das influências que as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* exercem sobre os seus princípios e, então, indicar as tecnologias mais adequadas à organização avaliada.

#### 4.4 Síntese e Considerações Gerais da Seção

Esta seção apresentou a concepção do modelo de avaliação diagnóstica e propositiva para a adoção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain* (MAATS). Seu suporte metodológico se apoia nos métodos multicritério de apoio à decisão AHP e PROMETHEE, os quais são povoados com elementos diagnósticos e tecnologias provenientes dos domínios da interoperabilidade e da *smart supply chain*.

A primeira fase de avaliação do modelo - diagnóstica - é estruturada com o método multicritério de apoio à decisão AHP e articula as barreiras e preocupações da interoperabilidade com os princípios da *smart supply chain*, caracterizados como elementos diagnósticos. Deste modo, cada um desses elementos é analisado em relação à sua importância no planejamento e seu nível de desempenho, determinando o estado atual da organização avaliada.

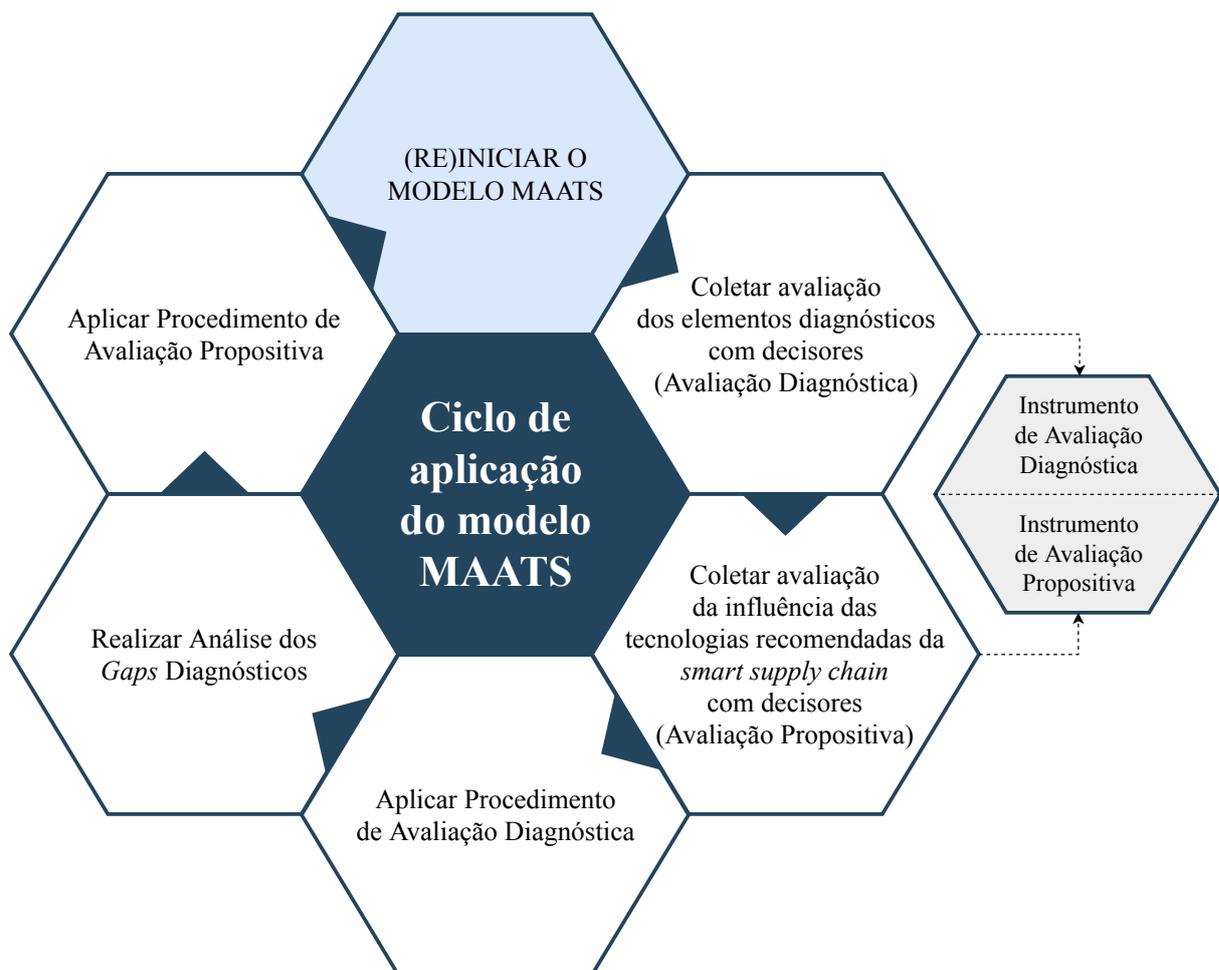
Com os resultados obtidos, a análise dos *gaps* diagnósticos é executada com o intuito de identificar as fragilidades da organização em relação aos princípios da *smart supply chain*. Assim,

os princípios que se mostram mais frágeis na avaliação diagnóstica serão indubitavelmente priorizados na propositiva. Esta análise é fundamental para a correta aplicação do modelo MAATS e representa o elo entre suas fases.

A segunda fase de avaliação do modelo - propositiva - é estruturada com o método multi-critério de apoio à decisão PROMETHEE e analisa as influências que as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* provocam sobre os seus princípios, os quais são priorizados de acordo com as suas fragilidades, determinadas pela análise dos *gaps* diagnósticos. Portanto, as tecnologias podem ser selecionadas a partir do seu ranqueamento, baseado nas influências provocadas sobre os princípios da *smart supply chain*.

A Figura 18 apresenta o ciclo de aplicação do modelo MAATS, indicando os instrumentos de avaliação a serem utilizados, bem como o sequenciamento das suas atividades.

Figura 18 - Ciclo de aplicação do modelo MAATS.



Fonte: o autor.

## 5 CASO DE APLICAÇÃO

O modelo de avaliação diagnóstica e propositiva para a adoção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain* tem como objetivo dar suporte à tomada de decisão de organizações na seleção das tecnologias mais adequadas à sua estrutura produtiva, considerando os domínios da interoperabilidade e da *smart supply chain* como óticas de avaliação.

A fase III da pesquisa consiste na aplicação do modelo concebido em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva com o intuito de contribuir com sua tomada de decisão em relação à adoção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain*, bem como corroborar com o propósito central do modelo MAATS.

Para tanto, foi selecionada uma empresa multinacional do setor automobilístico que atua no Brasil há aproximadamente 20 anos. Sua planta fabril está localizada na região metropolitana de Curitiba, no estado do Paraná. Atualmente, a empresa tem adotado inovações tecnológicas no processo produtivo de carros, veículos comerciais leves e motores para promover ganhos de produtividade, de redução de custos, de capacitação de funcionários e na qualidade do produto final.

Embora essas adoções sejam realizadas, os 3 entrevistados na organização avaliada neste trabalho relataram que a escolha de quais tecnologias são mais adequadas para a atual realidade da empresa se dá de forma empírica e pautada no *feeling* das pessoas. Portanto, este ambiente organizacional se torna propício à aplicação do modelo MAATS.

A identificação de possíveis respondentes para os instrumentos de avaliação diagnóstica e propositiva se deu por contato via e-mail institucional com contatos previamente selecionados. Esta pré-seleção buscou levantar funcionários da empresa que atuassem com projetos de transformação digital/Indústria 4.0 na empresa. Assim sendo, o contato inicial de sensibilização foi realizado com 19 pessoas pré-selecionadas, das quais 3 se disponibilizaram em receber o pesquisador para condução das entrevistas de coleta de avaliações, representando um retorno de aproximadamente 15,79% dos contatos realizados.

O Quadro 17 apresenta a caracterização dos funcionários entrevistados, denominados decisores.

Quadro 17 - Caracterização dos decisores.

Características	Decisores		
	A	B	C
Formação Acadêmica	Engenharia Mecânica	Engenharia Elétrica	Engenharia Elétrica
Tempo da contratação	5 meses	14 anos	14 anos
Setor de atuação	Qualidade Logística	Desenvolvimento de Veículos - Peças Plásticas	Engenharia de Processos - Automação e Robótica
Tempo de atuação no setor	5 meses	6 anos	4 anos
Frequência no envolvimento com projetos de transformação digital/Indústria 4.0	Frequentemente	Frequentemente	Frequentemente

Fonte: o autor.

A entrevista de coleta das avaliações foi realizada presencial e individualmente com cada um dos decisores, *in loco* na empresa avaliada. A entrevista foi conduzida com o apoio dos instrumentos de avaliação apresentados nos Apêndices A e B, tendo duração média de 40 minutos. Sua execução se deu em duas etapas, a primeira referente a avaliação diagnóstica e a segunda referente a avaliação propositiva.

## 5.1 Resultados da Avaliação Diagnóstica

A avaliação diagnóstica aborda conceitos que não são cotidianos para os decisores entrevistados. Portanto, a aplicação do respectivo instrumento de avaliação foi acompanhada de um glossário de conceitos (Apêndice C) que explicitou aos decisores a definição dos elementos diagnósticos apresentados na árvore hierárquica do problema de decisão, sendo eles as barreiras e preocupações da interoperabilidade, bem como os princípios da *smart supply chain*.

Os decisores foram requisitados a avaliar os elementos diagnósticos e, com as respostas devidamente registradas nos seus respectivos instrumentos de avaliação, foi possível instanciar o procedimento diagnóstico. As respostas dos decisores acerca das avaliações de importância e desempenho foram agregadas por média geométrica, dando origem à matriz de decisões agregadas. Então, esta matriz foi imputada no modelo de decisão construído no *SuperDecisions*

para que os cálculos do método AHP fossem realizados. Desta forma, foi possível determinar os vetores de pesos globais para as avaliações agregadas de importância e desempenho, normalizados para cada respectivo nível hierárquico, conforme apresentados na Tabela 5. Os vetores de pesos globais referentes a cada decisor entrevistado são individualmente apresentados nos Apêndices D, E e F.

Tabela 5 - Pesos globais para os elementos diagnósticos.

<b>Nível Hierárquico</b>	<b>Elemento Diagnóstico</b>	<b>Importância</b>	<b>Desempenho</b>
Barreiras	Conceitual	0,139	0,181
	Organizacional	0,544	0,292
	Tecnológica	0,317	0,527
Preocupações	Negócio	0,229	0,228
	Processo	0,453	0,381
	Serviço	0,119	0,161
	Dados	0,198	0,230
Princípios	Descentralização	0,274	0,281
	Gestão de Dados	0,296	0,311
	Orientação a Serviços	0,125	0,120
	Virtualização	0,177	0,147
	Modularidade	0,129	0,141

Fonte: o autor.

Ao longo do processamento dos dados coletados nas entrevistas, a relação de consistência (*RC*) das avaliações foi monitorada para que seu valor se mantivesse menor que 10% (0,10), garantindo a validade dos julgamentos dos decisores. A Tabela 6 apresenta a consistência para cada matriz de decisões agregadas.

Tabela 6 - Relação de consistência para a avaliação diagnóstica.

Matrizes de Decisão	Relação de Consistência ( <i>RC</i> )	
	Importância	Desempenho
Avaliação diagnóstica	0,00578	0,00310
Elemento de Referência	Conceitual	0,04135
	Organizacional	0,00283
	Tecnológica	0,08762
	Negócio	0,03029
	Processo	0,02605
	Serviço	0,03061
	Dados	0,02037
		0,02727

Fonte: o autor.

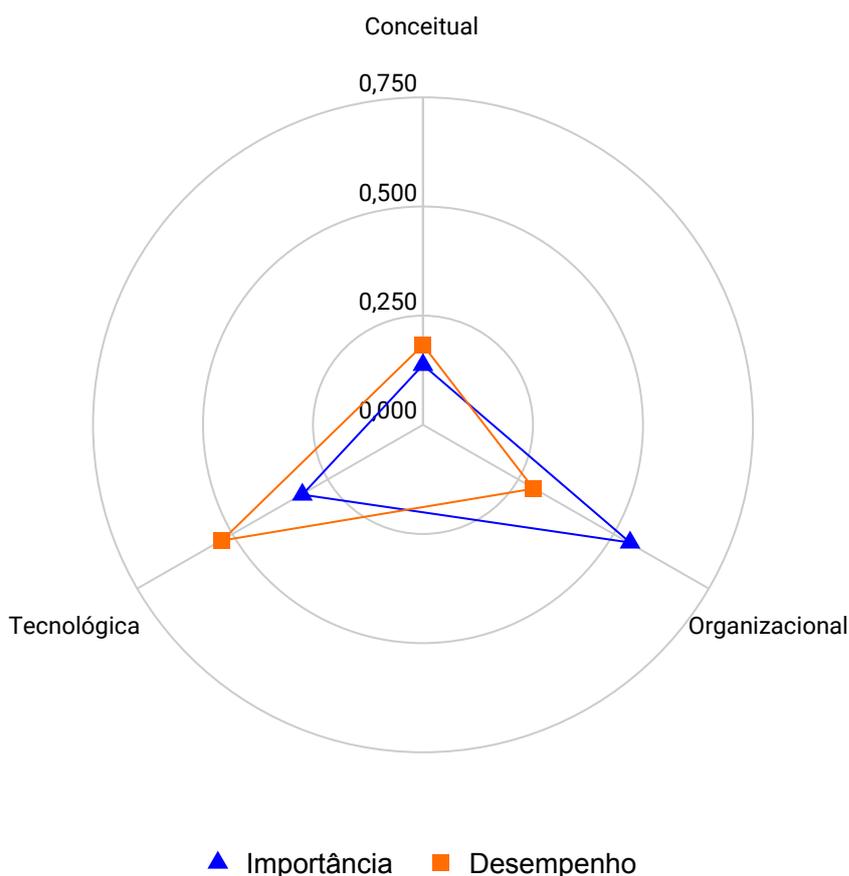
Pelo fato das relações de consistência para todas as matrizes de decisões agregadas serem menores que 10% (0,10), os julgamentos dos decisores se mostram adequados e válidos para continuar a aplicação do modelo MAATS. Caso a relação de consistência (*RC*) das avaliações não atendesse esta condição, os decisores deveriam ser consultados com o intuito de revisarem seus julgamentos até que a condição  $RC < 0,10$  fosse satisfeita.

De modo a tornar a avaliação diagnóstica da organização visualmente interpretável, os pesos globais evidenciados pela Tabela 5 são plotados em formato de gráfico radar, denominados de radar diagnóstico, organizados por nível hierárquico da árvore hierárquica do problema de decisão.

O radar diagnóstico para o nível das barreiras da interoperabilidade pode ser visualizado na Figura 19.

Figura 19 - Radar diagnóstico para as barreiras da interoperabilidade.

Barreiras	Importância	Desempenho
Conceitual	0,139	0,181
Organizacional	0,544	0,292
Tecnológica	0,317	0,527



Fonte: o autor.

Por meio da Figura 19 percebe-se que a barreira Organizacional é a que apresenta a maior importância no planejamento da organização, seguida pela barreira Tecnológica e, então, pela barreira Conceitual. Entretanto, é possível observar que, na organização avaliada, há uma discrepância entre o planejamento e a execução das soluções voltadas às barreiras da interoperabilidade. A organização confere maior importância para a barreira organizacional do que para a barreira tecnológica. Porém, o desempenho da barreira organizacional é menor do que o desempenho da barreira tecnológica.

As barreiras Conceitual e Tecnológica possuem desempenho maior do que as respectivas im-

portâncias a elas conferidas no planejamento da organização. Neste sentido, entende-se que quanto maior for o desempenho de uma barreira, melhor resolvida ela está. Deste modo, ambas se caracterizam como pontos fortes em relação às barreiras da interoperabilidade.

É possível observar que o desempenho da barreira Conceitual é incrementalmente maior que a sua importância. Isto evidencia que a organização implementa o que fora planejado para resolvê-la.

Os decisores da organização relataram ao longo das entrevistas que a organização tem focado grandes esforços no seu processo de transformação digital, principalmente no que se refere à implantação de tecnologias no processo produtivo. Portanto, a organização avaliada efetivamente tem adotado práticas mais focadas em soluções tecnológicas para promover a sua interoperabilidade, reforçando o desempenho observado na barreira Tecnológica.

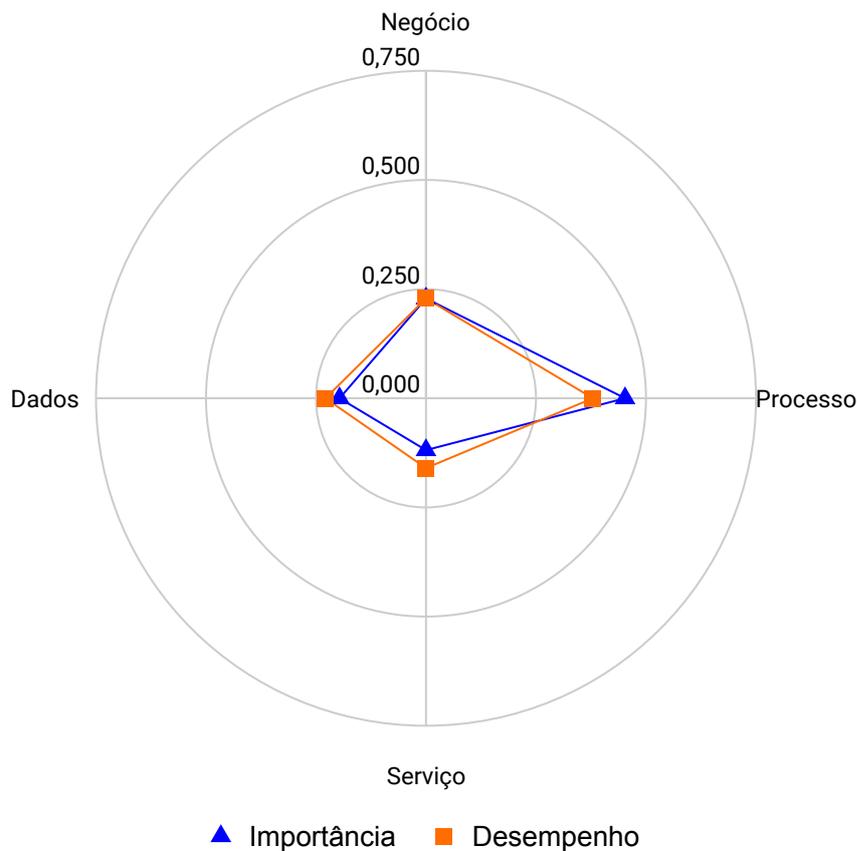
Observa-se que uma significativa importância é conferida à barreira Organizacional, ou seja, busca-se implementar ações que resolvam as incompatibilidades organizacionais entre a organização avaliada e seus parceiros de negócio. Entretanto, o seu desempenho é inferior à sua importância, demonstrando que esta barreira não está suficientemente resolvida e, portanto, é uma fragilidade. Deste modo, ações mais efetivas devem ser direcionadas às soluções das incompatibilidades organizacionais entre a organização avaliada e seus parceiros de negócio.

A partir da Figura 19 foi possível identificar que as barreiras Tecnológica e Conceitual se apresentam como forças à organização, ao passo que a barreira Organizacional se caracteriza como uma fraqueza.

O próximo nível de análise da árvore hierárquica do problema de decisão se refere às preocupações da interoperabilidade. Os resultados obtidos podem ser observados na Figura 20.

Figura 20 - Radar diagnóstico para as preocupações da interoperabilidade.

Preocupações	Importância	Desempenho
Negócio	0,229	0,228
Processo	0,453	0,381
Serviço	0,119	0,161
Dados	0,198	0,230



Fonte: o autor.

Observa-se com a Figura 20 que a organização avaliada tem seu foco voltado à preocupação da interoperabilidade Processo, ou seja, são realizados maiores esforços na organização para resolver as barreiras da interoperabilidade que acontecem no nível processo. Quando se analisa o planejamento e as ações efetivamente adotadas, a organização trabalha em direção à harmonização dos seus processos de forma que possam ser conectados/combinados com processos dos seus parceiros de negócio, para a execução de um processo globalmente comum. Portanto, aspectos como integração, cooperação e colaboração entre processos combinados são melhorados.

Os decisores, ao longo das entrevistas, relataram que a organização é fortemente orientada a processos, reforçando a distribuição de pesos apresentada na Figura 20. De fato, os resultados obtidos com o diagnóstico das preocupações da interoperabilidade são convergentes para os pontos que a organização estrategicamente foca seu planejamento e suas ações.

Embora essa convergência seja verificada, o desempenho apresentado pela preocupação Processos é inferior à sua importância no planejamento da organização. Desta forma, as soluções que a organização adota para desenvolver seus processos precisam ser reforçadas para que o respectivo desempenho possa alcançar o patamar da importância conferida no planejamento.

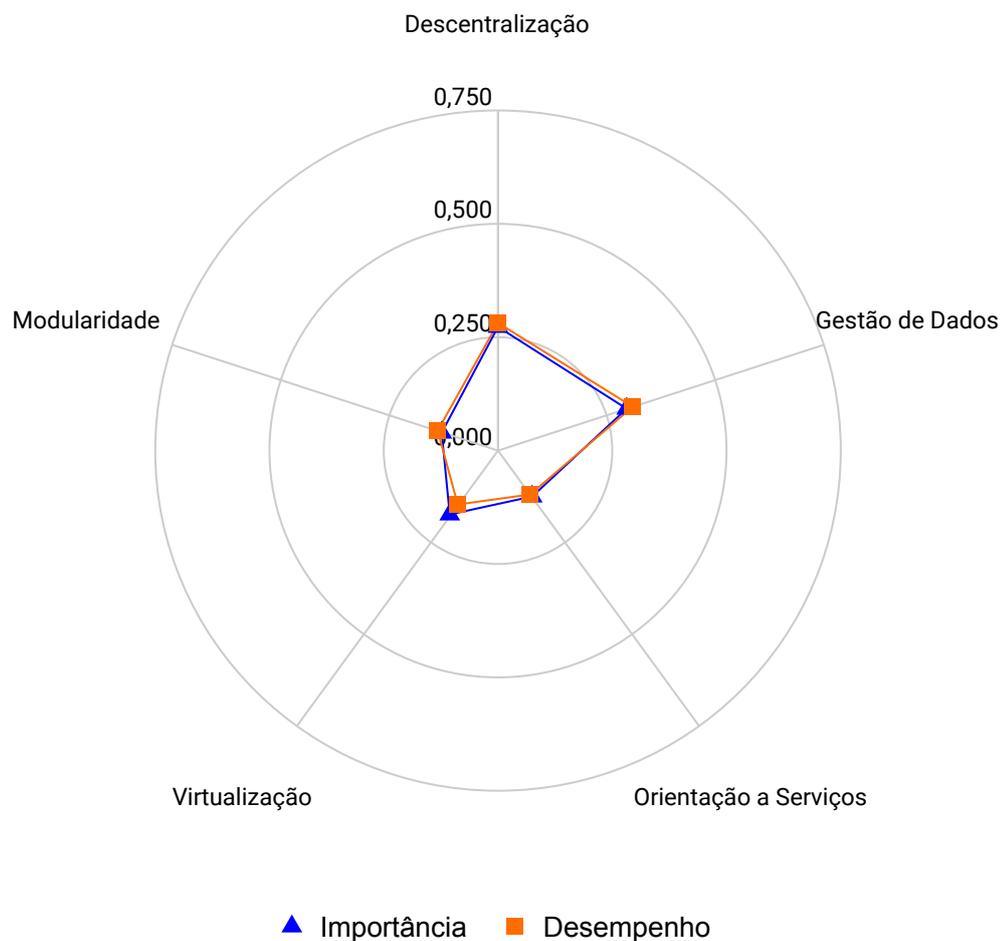
A preocupação Negócio apresenta desempenho infimamente menor do sua importância, ou seja, as soluções que a organização adota para suas características no nível dos negócios estão praticamente no mesmo patamar do seu planejamento. Além disso, pode ser verificado que as preocupações Serviço e Dados apresentam desempenho suficiente para atender seus respectivos níveis de importância. Esta última apresenta o segundo maior desempenho, reforçando o foco que a organização direciona para aspectos tecnológicos.

Portanto, é possível observar na Figura 20 que as preocupações da interoperabilidade Serviço e Dados são forças para a organização, pelo fato de seus desempenhos serem maiores que suas importâncias. Já a preocupação Negócio pode ser determinada como suficientemente desenvolvida, por apresentar desempenho praticamente no mesmo nível de importância a ela conferida. Por outro lado, a preocupação Processo ainda não possui desempenho suficiente para atender as expectativas de planejamento da organização, se caracterizando como uma fraqueza. Pelo fato da empresa ser fortemente orientada a processos, ações focadas nessa preocupação devem ser robustas e eficazes em promover o seu desenvolvimento.

A análise do nível hierárquico mais baixo da árvore hierárquica do problema de decisão se refere aos princípios da *smart supply chain*. A Figura 21 ilustra os resultados obtidos com as avaliações dos decisores.

Figura 21 - Radar diagnóstico para as preocupações da interoperabilidade.

<b>Princípios</b>	<b>Importância</b>	<b>Desempenho</b>
Descentralização	0,274	0,281
Gestão de Dados	0,296	0,311
Orientação a Serviços	0,125	0,120
Virtualização	0,177	0,147
Modularidade	0,129	0,141



Fonte: o autor.

Durante as entrevistas de coleta de dados, os decisores relataram que a organização avaliada com o modelo MAATS tem se preocupado com a implementação de tecnologias no seu processo produtivo, principalmente aquelas voltadas à coleta, digitalização e disponibilização de dados. Também são observadas a implementação de tecnologias de manufatura aditiva e virtualização. Embora as implementações efetivas sejam observadas, os decisores relataram que a seleção destas tecnologias é feita empiricamente, sem uma avaliação prévia daquela que seja mais

adequada à organização.

De fato, é possível observar na Figura 21 que, em seu planejamento, a organização prioriza os princípios Gestão de Dados em Tempo Real e Descentralização. Do mesmo modo, estes princípios são os que apresentam os maiores desempenhos, reforçando o foco da organização nas práticas digitais apontadas pelos decisores.

Por mais que os princípios Orientação a Serviços e Modularidade apresentem desempenho maiores que suas importâncias, durante as entrevistas os decisores relataram que a organização ainda não planeja ações robustas voltadas a esses princípios, justificando suas baixas importâncias na avaliação diagnóstica.

Para redução de custos e impactos das falhas no processo produtivo, a organização tem adotado tecnologias de virtualização como realidade aumentada para treinar funcionários para o processo de montagem de veículos. Deste modo, observa-se na Figura 21 que este princípio apresenta importância sutilmente maior do que os princípios Modularidade e Orientação a Serviços. Entretanto, o desempenho da Virtualização ainda não supre o seu nível de importância, sinalizando a necessidade de ações mais robustas para a sua implementação.

Com os resultados obtidos apresentados na Tabela 5, é possível realizar a Análise dos *Gaps* Diagnósticos para a determinação dos pesos dos princípios da *smart supply chain* a serem considerados na avaliação propositiva do modelo MAATS.

Primeiramente, é utilizada a Equação 13 para determinar a diferença entre o desempenho e a importância de cada princípio da *smart supply chain*, conforme observado na Tabela 7.

Tabela 7 - Cálculo dos *gaps* diagnósticos para os princípios da *smart supply chain*.

$k$	Princípio	Importância ( $\omega d_k$ )	Desempenho ( $\omega i_k$ )	$\delta_k$
1	Descentralização	0,274	0,281	0,008
2	Gestão de Dados	0,296	0,311	0,016
3	Orientação a Serviços	0,125	0,120	-0,005
4	Virtualização	0,177	0,147	-0,030
5	Modularidade	0,129	0,141	0,012
	<b>Total</b>	1,000	1,000	

Fonte: o autor.

Com os *gaps* diagnósticos ( $\delta_k$ ) determinados, foi identificado o menor *gap* diagnóstico dos princípios, sendo ele  $\delta_4 = -0,030$ . Então, as Equações 20 e 21 foram aplicadas aos resultados

apresentados na Tabela 7 para a determinação dos pesos absoluto ( $\rho_k$ ) e normalizado ( $\tau_k$ ) para cada princípio da *smart supply chain*. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 8.

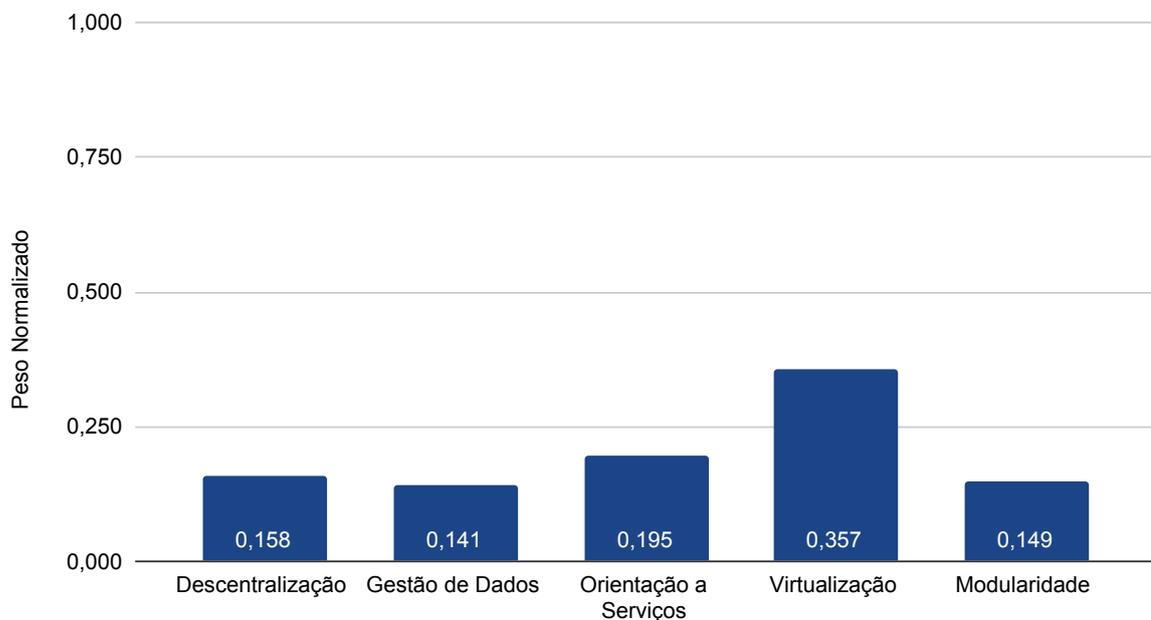
Tabela 8 - Cálculo dos pesos absolutos e normalizados para os princípios da *smart supply chain*.

<b>k</b>	<b>Princípio</b>	$\delta_k$	$\rho_k$	$\tau_k$
1	Descentralização	0,008	14,765	0,158
2	Gestão de Dados	0,016	13,207	0,141
3	Orientação a Serviços	-0,005	18,275	0,195
4	Virtualização	-0,030	33,344	0,357
5	Modularidade	0,012	13,939	0,149
<b>Total</b>			93,530	1,000

Fonte: o autor.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 8 e para permitir a visualização da distribuição dos pesos normalizados ( $\tau_k$ ), a Figura 22 é apresentada.

Figura 22 - Distribuição dos pesos normalizados ( $\tau_k$ ).



Fonte: o autor.

Observa-se que Virtualização é o princípio da *smart supply chain* com o maior *gap* diagnóstico ( $\delta_4 = -0,030$ ), sendo caracterizado como o princípio mais frágil da organização

avaliada. Por isso, a Análise dos *Gaps* Diagnósticos possibilitou conferir ele maior destaque entre todos os princípios analisados. Logo, este princípio será adequadamente priorizado na avaliação propositiva do modelo MAATS.

## 5.2 Resultados da Avaliação Propositiva

A avaliação propositiva tem como objetivo selecionar as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* mais adequadas à organização avaliada, considerando os resultados obtidos com a sua avaliação diagnóstica.

Nesta fase do modelo, são abordados os conceitos relacionados aos princípios da *smart supply chain* e as definições das tecnologias recomendadas. De modo a apoiar a condução das avaliações com os decisores entrevistados, o instrumento de avaliação propositiva foi aplicado com o apoio do glossário de conceitos apresentado no Apêndice C.

Após a coleta das avaliações dos decisores, suas respostas foram agregadas por meio da Equação 22, dando origem à matriz de decisão apresentada na Figura 23.

Figura 23 - Matriz de decisão agregada para a avaliação propositiva.

	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>C5</b>
<b>A1</b>	2,00	3,67	1,67	2,67	2,00
<b>A2</b>	4,00	3,67	3,00	3,33	3,67
<b>A3</b>	3,00	3,67	2,67	2,67	3,00
<b>A4</b>	1,00	1,67	1,33	2,67	2,67
<b>A5</b>	4,00	4,00	3,33	4,00	3,67
<b>A6</b>	2,33	2,00	2,33	2,00	2,33
<b>A7</b>	2,33	3,00	2,33	2,67	2,67
<b>A8</b>	3,00	3,33	2,67	3,67	3,00
<b>A9</b>	3,00	3,00	2,00	2,00	2,67
<b>A10</b>	3,67	3,00	2,33	2,33	3,00
<b>A11</b>	2,33	3,00	2,33	1,67	1,33
<b>A12</b>	1,67	1,33	2,33	3,67	3,33

Fonte: o autor.

As colunas da matriz de decisão agregada apresentada na Figura 23 indicam os critérios de

decisão, representados pelos princípios da *smart supply chain* definidos na Seção 2.2, sendo eles:

- **C1:** Descentralização;
- **C2:** Gestão de Dados em Tempo Real;
- **C3:** Orientação a Serviços;
- **C4:** Virtualização;
- **C5:** Modularidade.

As linhas da matriz de decisão agregada representam as alternativas de decisão avaliadas na fase propositiva, constituídas pelas tecnologias recomendadas da *smart supply chain* definidas na Seção 2.2, sendo elas:

- **A1:** Análise de Dados e Inteligência Artificial;
- **A2:** Cibersegurança;
- **A3:** Comunicação e Rede;
- **A4:** Manufatura aditiva;
- **A5:** Nuvem;
- **A6:** Robótica adaptativa;
- **A7:** Sensores e Atuadores;
- **A8:** Simulação;
- **A9:** Sistemas embarcados;
- **A10:** Tecnologias móveis;
- **A11:** Tecnologias RFID e RTLS;
- **A12:** Tecnologias de Virtualização.

As avaliações contidas na matriz de decisão agregada foram imputadas no modelo do Visual PROMETHEE. Os pesos normalizados ( $\tau_k$ ), calculados pela Análise dos *Gaps* Diagnósticos, foram imputados no campo *Weight*, conforme ilustra a Figura 24.

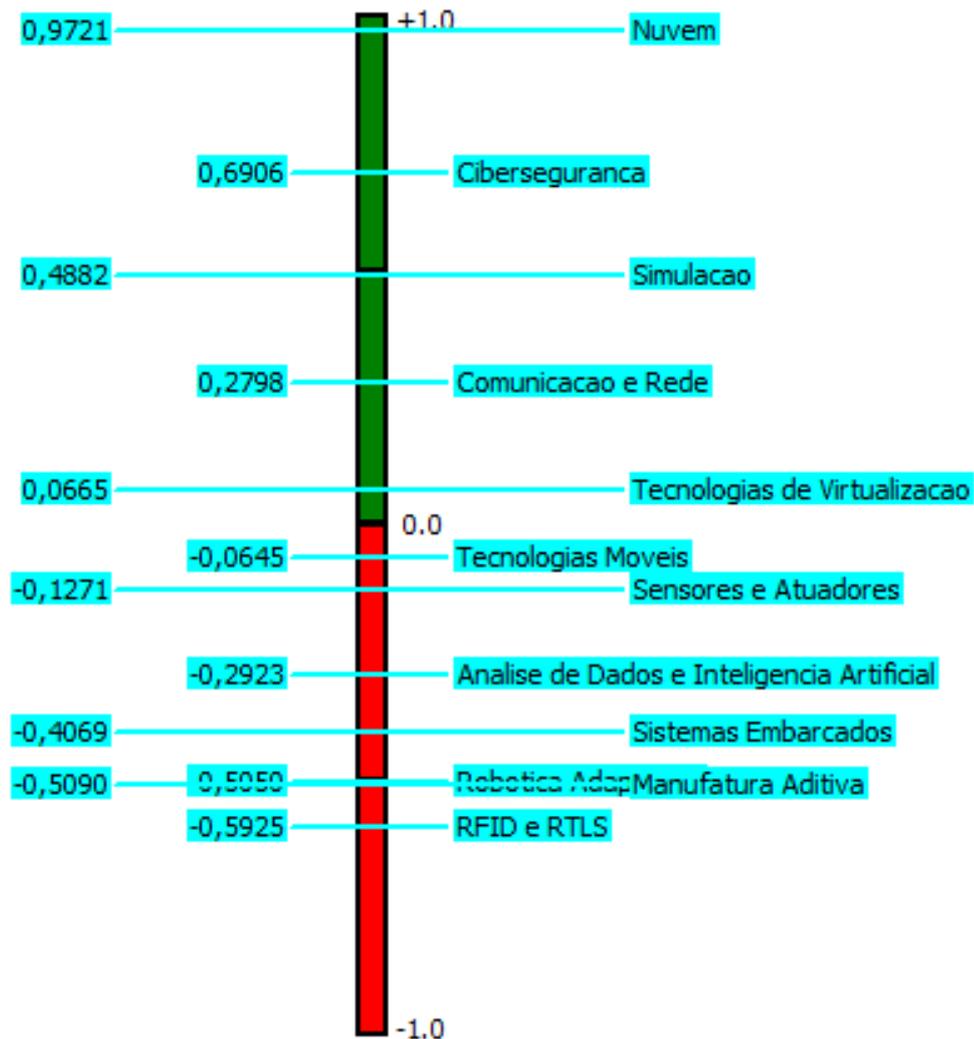
Figura 24 - Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE.

Scenario1	Descentraliz...	Gestao de D...	Orientacao a...	Virtualizacao	Modularidade	
Unit	Influência	Influência	Influência	Influência	Influência	
Cluster/Group	◆	◆	◆	◆	◆	
<b>Preferences</b>						
Min/Max	max	max	max	max	max	
Weight	0,16	0,14	0,20	0,36	0,15	
Preference Fn.	Usual	Usual	Usual	Usual	Usual	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>						
Minimum	1,00	1,33	1,33	1,67	1,33	
Maximum	4,00	4,00	3,33	4,00	3,67	
Average	2,69	2,94	2,36	2,78	2,78	
Standard Dev.	0,89	0,82	0,52	0,71	0,64	
<b>Evaluations</b>						
<input checked="" type="checkbox"/> Analise de Dados...	<input type="checkbox"/>	2,00	3,67	1,67	2,67	2,00
<input checked="" type="checkbox"/> Ciberseguranca	<input type="checkbox"/>	4,00	3,67	3,00	3,33	3,67
<input checked="" type="checkbox"/> Comunicacao e R...	<input type="checkbox"/>	3,00	3,67	2,67	2,67	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Manufatura Aditiva	<input type="checkbox"/>	1,00	1,67	1,33	2,67	2,67
<input checked="" type="checkbox"/> Nuvem	<input type="checkbox"/>	4,00	4,00	3,33	4,00	3,67
<input checked="" type="checkbox"/> Robotica Adapta...	<input type="checkbox"/>	2,33	2,00	2,33	2,00	2,33
<input checked="" type="checkbox"/> Sensores e Atua...	<input type="checkbox"/>	2,33	3,00	2,33	2,67	2,67
<input checked="" type="checkbox"/> Simulacao	<input type="checkbox"/>	3,00	3,33	2,67	3,67	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> Sistemas Embarc...	<input type="checkbox"/>	3,00	3,00	2,00	2,00	2,67
<input checked="" type="checkbox"/> Tecnologias Moveis	<input type="checkbox"/>	3,67	3,00	2,33	2,33	3,00
<input checked="" type="checkbox"/> RFID e RTLS	<input type="checkbox"/>	2,33	3,00	2,33	1,67	1,33
<input checked="" type="checkbox"/> Tecnologias de Vi...	<input type="checkbox"/>	1,67	1,33	2,33	3,67	3,33

Fonte: Visual PROMETHEE.

A seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* se dá pelo ranqueamento completo das alternativas (PROMETHEE II), determinado pelo cálculo do fluxo de preferência resultante ( $\phi_{(a_i)}$ ) para cada alternativa avaliada ( $a_i$ ). Com o auxílio do *software* Visual PROMETHEE, os respectivos cálculos foram realizados e os fluxos resultantes para as tecnologias avaliadas são apresentados na Figura 25.

Figura 25 - Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE.



Fonte: Visual PROMETHEE.

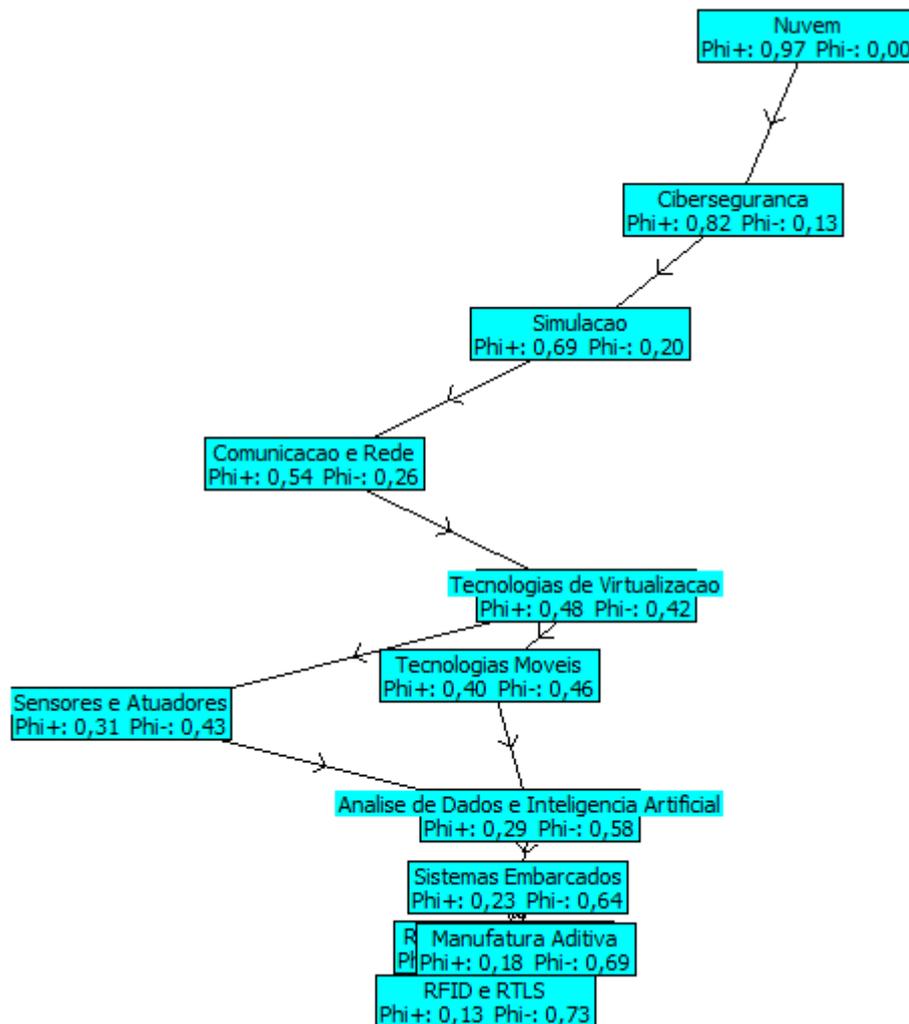
Os resultados do método PROMETHEE são analisados por meio dos fluxos de preferência resultantes das alternativas de decisão, no caso as tecnologias recomendadas da *smart supply chain*. Neste sentido, quanto maior o fluxo resultante de uma determinada alternativa, mais preferível ela é em relação às outras. Os decisores entrevistados na avaliação propositiva do modelo MAATS foram requisitados a julgar o nível de influência que cada tecnologia recomendada da *smart supply chain* exerce sobre cada um dos princípios da *smart supply chain*. Deste modo, quanto maior for o fluxo resultante de uma determinada alternativa, maior é o seu nível de influência sobre os princípios e, portanto, aquela tecnologia deve ser adotada pela organização.

Considerando que a Figura 25 ordena as tecnologias recomendadas da *smart supply chain* de acordo com o seu fluxo resultante, aquelas que se apresentam no intervalo  $[0.0, +1.0]$  são as

alternativas que são preferíveis, ou exercem maiores influências, em relação às alternativas que se posicionam no intervalo  $[-1.0, 0.0]$ . Logo, as alternativas no intervalo positivo são aquelas que devem ser adotadas pela organização avaliada.

De modo a reforçar a ordenação obtida com a avaliação dos decisores entrevistados, a Figura 26 representa a rede das alternativas construída a partir do par ordenado  $(\phi^+, \phi^-)$  para cada alternativa  $a_i$  do problema de decisão.

Figura 26 - Configuração do modelo da avaliação propositiva no Visual PROMETHEE.



Fonte: Visual PROMETHEE.

As alternativas que apresentam  $\phi^+ < \phi^-$  são aquelas que não são preferíveis em relação às outras alternativas, ou seja, essas tecnologias não exercem altas influências aos princípios da *smart supply chain*, não sendo tecnologias estrategicamente adequadas para a organização adotar, representadas pelas tecnologias que se condensam na parte inferior da rede. Na Figura 26, as tecnologias que exercem as maiores influências sobre os princípios da *smart supply chain*

são Nuvem, Cibersegurança, Simulação, Comunicação e Rede e Tecnologias de Virtualização, com as quatro primeiras fortemente destacadas em relação às outras tecnologias.

De acordo com os relatos dos entrevistados, a organização avaliada com o modelo MAATS tem direcionado seus esforços para a implementação de tecnologias voltadas a coleta, digitalização e disponibilização de dados, para a manufatura aditiva e virtualização. Para apoiar as ações já desenvolvidas e melhorar os princípios da *smart supply chain* na organização, o modelo MAATS aponta, a partir das avaliações dos entrevistados, que as tecnologias Nuvem, Cibersegurança, Simulação, Comunicação e Rede e Tecnologias de Virtualização devem ser adotadas.

Todas essas tecnologias convergem para a digitalização da organização no sentido de promover a disponibilização de dados para a tomada de decisão descentralizada, reforçando o direcionamento do processo de transformação digital que ela tem adotado.

### **5.3 Análise do Caso de Aplicação**

Embora tenha sido observado que a organização avaliada adota tecnologias da *smart supply chain*, os entrevistados relataram que as escolhas acerca de quais tecnologias devem ser implementadas se dá de forma empírica, muitas vezes baseada no entusiasmo comercial das tecnologias disponíveis. Neste sentido, os entrevistados acreditam que o modelo proposto pode contribuir com a racionalização do processo de seleção das tecnologias a serem implementadas na organização, principalmente pelo fato do modelo permitir a visualização dos motivos para a seleção de uma determinada tecnologia e não outra.

A aplicação do modelo MAATS se deu de forma presencial na organização avaliada, por meio de entrevistas com os funcionários, demandando um tempo médio de aplicação de 40 minutos. Os entrevistados mencionaram que o uso do modelo é rápido e simples. Entretanto, foi relatado que houve dificuldades em avaliar a empresa pelo desconhecimento - do entrevistado e da organização - de alguns conceitos associados à interoperabilidade.

Neste sentido, observou-se ao longo das coletas que a organização avaliada não considera explicitamente a interoperabilidade na execução da sua operação. Os elementos diagnósticos associados a este domínio são desenvolvidos como consequência da implantação de outras práticas gerenciais e operacionais, reforçando as dificuldades que os entrevistados encontraram em avaliar a organização.

Em relação ao domínio da *smart supply chain*, a organização compreende bem seus sig-

nificados e, por isso, as avaliações dos entrevistados apresentaram evidências concretas que corroboraram suas avaliações. Estas evidências são representadas pelas tecnologias que a organização tem adotado em sua operação produtiva

## 5.4 Síntese e Considerações Gerais da Seção

Esta seção apresentou a aplicação do modelo MAATS em uma organização da cadeia de suprimentos automotiva. Esta aplicação contou com uma etapa de entrevistas presenciais com funcionários da empresa para que estes realizassem as avaliações diagnóstica e propositiva dos elementos diagnósticos do modelo, por meio de suas respectivas escalas de julgamento.

Como resultados, os diagnósticos da organização em relação às barreiras e preocupações da interoperabilidade e aos princípios da *smart supply chain* foram obtidos. Além disso, obteve-se a avaliação propositiva por meio da priorização das tecnologias recomendadas da *smart supply chain*.

Em relação à avaliação diagnóstica, o modelo contribui com a explicitação do estado atual (desempenho) e planejado (importância) da organização em relação à interoperabilidade. Além disso, pelo fato da priorização dos princípios da *smart supply chain* ser realizada considerando as barreiras e preocupações da interoperabilidade, é possível verificar que o modelo também contribui com a explicitação do estado atual (desempenho) e planejado (importância) da organização em relação à *smart supply chain*, tendo o domínio da interoperabilidade como ótica avaliativa.

Considerando as avaliações diagnósticas, o modelo MAATS se mostra capaz de evidenciar as fragilidades e os pontos fortes da organização por meio da análise dos *gaps* diagnósticos. Estes aspectos explicitados pelo modelo apoiam a organização no direcionamento dos seus esforços para a adoção de tecnologias que promovam o desenvolvimento de suas fragilidades.

A avaliação propositiva apoiou a seleção das tecnologias recomendadas da *smart supply chain* com base nas relações de influência que elas exercem sobre os princípios da *smart supply chain*. Deste modo, o modelo contribui com a seleção das tecnologias que apoiam o desenvolvimento dos princípios mais frágeis, diagnosticados. Entretanto, as relações de influência dos princípios sobre as preocupações da interoperabilidade não são explicitadas, não permitindo avaliar de forma granular os ganhos específicos de interoperabilidade com o desenvolvimento de um determinado princípio.

## 6 CONCLUSÃO

Cadeias de suprimentos complexas, como a cadeia automotiva, frequentemente praticam o *outsourcing* do seu processo produtivo, demandando a estruturação e melhoria contínua de práticas como integração, cooperação, coordenação e colaboração com seus parceiros de negócio. Neste sentido, a interoperabilidade pode ser considerada uma estratégia eficaz para atender a essas demandas, promovendo a força competitiva da organização.

Por outro lado, a consolidação do conceito da *smart supply chain* tem contribuído com a disponibilização de inúmeras tecnologias às organizações produtivas que buscam desde permitir a coleta e processamento de dados dos processos para apoiar a tomada de decisão, até a combinação de serviços provenientes de fontes distintas e heterogêneas. A adoção destas tecnologias está intimamente ligada com os princípios da *smart supply chain*, definindo características que organizações e cadeia de suprimentos devem possuir para desenvolverem sua *smartness*, ou seja, para se tornarem cada vez mais inteligentes do ponto de vista tecnológico.

Esses princípios podem ser considerados como catalizadores para a interoperação entre diferentes organizações na cadeia de suprimentos automotiva, possibilitando tomadas de decisão mais seguras, apoiadas com tecnologias capazes de consolidar os princípios *smart*.

Neste cenário, a seleção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain* a serem adotadas se torna uma tarefa complexa e que demanda a articulação de múltiplos conhecimentos e conceitos. Para que esta decisão seja adequada, é importante promover ações diagnósticas com foco para a interoperabilidade e princípios da *smart supply chain* de modo que seja possível direcionar as ações de melhoria das organizações avaliadas para a solução de suas fraquezas e potencialização de suas forças. Portanto, à luz da tomada de decisão, a avaliação diagnóstica abre caminho para uma seleção mais aprimorada de tecnologias, capaz de contribuir com o desenvolvimento da interoperabilidade.

De modo a contribuir com as tomadas de decisão em organizações da cadeia de suprimentos automotiva, este trabalho propôs um modelo de avaliação diagnóstica e propositiva para a adoção de tecnologias recomendadas da *smart supply chain* MAATS que articula as características da interoperabilidade e da *smart supply chain*, com o objetivo de conduzir a seleção dessas tecnologias de forma racional e apoiada no estado diagnóstico da organização avaliada.

Os resultados obtidos proveram evidências práticas para a organização avaliada melhorar o planejamento da sua transformação digital, bem como melhorar o direcionamento dos seus esforços para melhorar seus aspectos *smart* e selecionar as tecnologias mais adequadas. Esses

elementos combinados contribuirão para o desenvolvimento da sua interoperabilidade.

Esta pesquisa apresenta algumas limitações em relação a sua aplicação do modelo MAATS e seu suporte metodológico.

Em relação à aplicação, a coleta de dados contou com apenas três respondentes da empresa, os quais são funcionários de diferentes setores e, portanto, com diferentes visões sobre a mesma. Por isso, as avaliações obtidas podem ser de uma amostra de respondentes polarizada, não representando a realidade da organização avaliada.

Em relação ao suporte metodológico, as tecnologias consideradas na avaliação propositiva podem se tornar defasadas com o tempo, necessitando que o modelo propositivo seja constantemente atualizado. Além disso, ainda na avaliação propositiva, métodos multicritério de apoio à decisão que trabalhem explicitamente com a avaliação de relações de influência, como o método *Decision Making Trial and Evaluation Laboratories* (DEMATEL), podem ser implementados para a verificação da estabilidade das tecnologias adotadas.

## REFERÊNCIAS

- AKDIL, K. Y.; USTUNDAG, A.; CEVIKCAN, E. Maturity and readiness model for industry 4.0 strategy. In: *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*. [S.l.]: Springer, 2018. p. 61–94.
- ALBERS, A. et al. Procedure for defining the system of objectives in the initial phase of an industry 4.0 project focusing on intelligent quality control systems. *Procedia Cirp*, Elsevier, v. 52, p. 262–267, 2016.
- ARNOLD, C.; KIEL, D.; VOIGT, K. How the industrial internet of things changes business models in different manufacturing industries. *International Journal of Innovation Management*, World Scientific, v. 20, n. 08, 2016.
- BAKAR, N. A. A.; HARIHODIN, S.; KAMA, N. A priority based enterprise architecture implementation assessment model: An analytic hierarchy process (ahp) approach. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, v. 9, n. 2-3, p. 121–125, 2017.
- BARRETO, L.; AMARAL, A.; PEREIRA, T. Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, Elsevier, v. 13, p. 1245–1252, 2017.
- BIDGOLI, H. *The handbook of technology management, supply chain management, marketing and advertising, and global management*. [S.l.]: John Wiley & Sons, 2010. v. 2.
- BORDINI, G. A. *Contribuição para a formalização de um modelo de avaliação de interoperabilidade na cadeia de suprimentos do setor automotivo*. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2015.
- BRANS, J.-P.; MARESCHAL, B. Promethee methods. In: *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys*. [S.l.]: Springer, 2005. p. 163–186.
- BRANS, J.-P.; VINCKE, P.; MARESCHAL, B. How to select and how to rank projects: The promethee method. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 24, n. 2, p. 228–238, 1986.
- BRUNNERMEIER, S. B.; MARTIN, S. A. *Interoperability cost analysis of the US automotive supply chain*. [S.l.]: DIANE Publishing, 1999.
- BÜYÜKÖZKAN, G.; GÖÇER, F. Digital supply chain: literature review and a proposed framework for future research. *Computers in Industry*, Elsevier, v. 97, p. 157–177, 2018.
- CANETTA, L.; BARNI, A.; MONTINI, E. Development of a digitalization maturity model for the manufacturing sector. In: *IEEE. 2018 IEEE International Conference on Engineering, Technology and Innovation (ICE/ITMC)*. [S.l.], 2018. p. 1–7.
- CARLOS, F. M. de; SAMED, M. M. A. Implementação da metodologia fuzzy ahp para tomada de decisão da localização de armazéns de trigo no paraná. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, v. 12, n. 1, 2017.

- CESTARI, J. M. A. P.; LOURES, E. d. F. R.; SANTOS, E. A. P. A method to diagnose public administration interoperability capability levels based on multi-criteria decision-making. *International Journal of Information Technology & Decision Making*, World Scientific, v. 17, n. 01, p. 209–245, 2018.
- CHALMETA, R.; CAMPOS, C.; GRANGEL, R. References architectures for enterprise integration. *Journal of systems and software*, Elsevier, v. 57, n. 3, p. 175–191, 2001.
- CHEN, D.; DACLIN, N. et al. Framework for enterprise interoperability. In: BORDEAUX. *Proc. of IFAC Workshop EI2N*. [S.l.], 2006. p. 77–88.
- CHEN, D.; SHORTER, D. Framework for manufacturing process interoperability—cen/iso 11354. In: *Standardisation Workshop in Conjunction to I-ESA 2008*. [S.l.: s.n.], 2008.
- CHEN, D.; VALLESPIR, B.; DACLIN, N. An approach for enterprise interoperability measurement. In: *MoDISE-EUS*. [S.l.: s.n.], 2008. p. 1–12.
- CHEN, D.; VERNADAT, F. Standards on enterprise integration and engineering—state of the art. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, Taylor & Francis, v. 17, n. 3, p. 235–253, 2004.
- CHENG, C. et al. Semantic degrees for industrie 4.0 engineering: Deciding on the degree of semantic formalization to select appropriate technologies. In: ACM. *Proceedings of the 2015 10th Joint Meeting on Foundations of Software Engineering*. [S.l.], 2015. p. 1010–1013.
- CLEMENTE, T. R. N.; ALMEIDA, A.; FILHO, A. A. Comparação de metodologias de pesos substitutos para o método promethee ii. *ANAIS do XLVII SBPO*, v. 47, 2015.
- COLLI, M. et al. Contextualizing the outcome of a maturity assessment for industry 4.0. *Ifac-papersonline*, Elsevier, v. 51, n. 11, p. 1347–1352, 2018.
- DALENOGARE, L. S. et al. The expected contribution of industry 4.0 technologies for industrial performance. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 204, p. 383–394, 2018.
- DOUAILOUI, K. et al. The interaction between industry 4.0 and smart logistics: concepts and perspectives. In: IEEE. *2018 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*. [S.l.], 2018. p. 128–132.
- DOŽIĆ, S.; KALIĆ, M. An ahp approach to aircraft selection process. *Transportation Research Procedia*, Elsevier, v. 3, p. 165–174, 2014.
- FILHO, A. T. de A. et al. Preference modeling experiments with surrogate weighting procedures for the promethee method. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, v. 264, n. 2, p. 453–461, 2018.
- FORD, T. et al. Measuring system interoperability. *Proceeding Cser*, 2008.
- FRANK, A. G.; DALENOGARE, L. S.; AYALA, N. F. Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, Elsevier, v. 210, p. 15–26, 2019.
- FRAZZON, E. M. et al. Towards supply chain management 4.0. *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, v. 16, n. 2, p. 180–191, 2019.

GALINDO, L. D. *The Challenges of Logistics 4.0 for the Supply Chain Management and the Information Technology*. Dissertação (Mestrado) — NTNU, 2016.

GLIGOR, D. M.; HOLCOMB, M. C. Understanding the role of logistics capabilities in achieving supply chain agility: a systematic literature review. *Supply Chain Management: An International Journal*, Emerald Group Publishing Limited, v. 17, n. 4, p. 438–453, 2012.

GOMEDE, E.; BARROS, R. Utilizando o método analytic hierarchy process (ahp) para priorização de serviços de ti: Um estudo de caso. *VIII Simpósio Brasileiro de Sistemas de Informação, São Paulo*, p. 408–419, 2012.

GUEDRIA, W. *A contribution to enterprise interoperability maturity assessment*. Tese (Doutorado) — Bordeaux 1, 2012.

GUÉDRIA, W.; NAUDET, Y.; CHEN, D. Maturity model for enterprise interoperability. *Enterprise Information Systems*, Taylor & Francis, v. 9, n. 1, p. 1–28, 2015.

GUPTA, S. et al. Leveraging smart supply chain and information system agility for supply chain flexibility. *Information Systems Frontiers*, Springer, p. 1–18, 2019.

HAJKOWICZ, S.; HIGGINS, A. A comparison of multiple criteria analysis techniques for water resource management. *European journal of operational research*, Elsevier, v. 184, n. 1, p. 255–265, 2008.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: *IEEE. 2016 49th Hawaii international conference on system sciences (HICSS)*. [S.l.], 2016. p. 3928–3937.

HIPEL, K. W. Multiple objective decision making in water resources foreword. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, Wiley Online Library, v. 28, n. 1, p. 1–2, 1992.

IVANOV, D. et al. A dynamic model and an algorithm for short-term supply chain scheduling in the smart factory industry 4.0. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis, v. 54, n. 2, p. 386–402, 2016.

IVANOV, D.; TSIPOULANIDIS, A.; SCHÖNBERGER, J. Digital supply chain, smart operations and industry 4.0. In: *Global Supply Chain and Operations Management*. [S.l.]: Springer, 2019. p. 481–526.

JAFARI, H.; ESMAEILDOUST, M. Integrating the balanced scorecard and promethee methods for seaport's performance evaluation. *American Journal of Marine Science*, v. 1, n. 1, p. 38–43, 2013.

KAMARUDDIN, N. K.; UDIN, Z. M. Supply chain technology adoption in malaysian automotive suppliers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 20, n. 3, p. 385–403, 2009.

KAUR, J. et al. A dematel based approach for investigating barriers in green supply chain management in canadian manufacturing firms. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis, v. 56, n. 1-2, p. 312–332, 2018.

KIEL, D. et al. Sustainable industrial value creation: Benefits and challenges of industry 4.0. *International Journal of Innovation Management*, World Scientific, v. 21, n. 08, p. 1740015, 2017.

- KOSANKE, K.; MARTIN, R. Enterprise and business processes-how to interoperate? the standards view. In: *Workshop on Standards for Interoperability*. [S.l.: s.n.], 2008.
- LEBRETON, B.; LEGNER, C. Interoperability impact assessment model: An overview. In: *Enterprise Interoperability II*. [S.l.]: Springer, 2007. p. 725–728.
- LEGNER, C.; WENDE, K. Towards an excellence framework for business interoperability. 2006.
- LEHMACHER, W. et al. Impact of the fourth industrial revolution on supply chains. In: *World Economic Forum, Geneva, Switzerland, REF*. [S.l.: s.n.], 2017. p. 061117–00035015.
- LIAO, Y. et al. The role of interoperability in the fourth industrial revolution era. *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier, v. 50, n. 1, p. 12434–12439, 2017.
- LIMA, R. R. D. de et al. Avaliação de help desk via ahp help desk assessment by ahp. 2015.
- LIN, D. et al. Strategic response to industry 4.0: an empirical investigation on the chinese automotive industry. *Industrial Management & Data Systems*, Emerald Publishing Limited, v. 118, n. 3, p. 589–605, 2018.
- LOM, M.; PRIBYL, O.; SVITEK, M. Industry 4.0 as a part of smart cities. In: IEEE. *2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)*. [S.l.], 2016. p. 1–6.
- LÓPEZ, T. S. et al. Adding sense to the internet of things. *Personal and Ubiquitous Computing*, Springer-Verlag, v. 16, n. 3, p. 291–308, 2012.
- MADHWAL, Y.; PANFILOV, P. B. Blockchain and supply chain management: Aircrafts'parts'business case. *Annals of DAAAM & Proceedings*, v. 28, 2017.
- MENON, S.; SHAH, S.; COUTROUBIS, A. An overview of smart manufacturing for competitive and digital global supply chains. In: IEEE. *2018 IEEE International Conference on Technology Management, Operations and Decisions (ICTMOD)*. [S.l.], 2018. p. 178–183.
- MOEUF, A. et al. The industrial management of smes in the era of industry 4.0. *International Journal of Production Research*, Taylor & Francis, v. 56, n. 3, p. 1118–1136, 2018.
- MORAIS, D. C.; ALMEIDA, A. T. d. Modelo de decisão em grupo para gerenciar perdas de água. *Pesquisa Operacional*, SciELO Brasil, v. 26, n. 3, p. 567–584, 2006.
- MU, E.; PEREYRA-ROJAS, M. Ahp models with sub-criteria. In: *Practical Decision Making*. [S.l.]: Springer, 2017. p. 45–56.
- MÜLLER, J. M.; KIEL, D.; VOIGT, K.-I. What drives the implementation of industry 4.0? the role of opportunities and challenges in the context of sustainability. *Sustainability*, Multidisciplinary Digital Publishing Institute, v. 10, n. 1, p. 247, 2018.
- OBITKO, M.; JIRKOVSKÝ, V. Big data semantics in industry 4.0. In: SPRINGER. *International conference on industrial applications of holonic and multi-agent systems*. [S.l.], 2015. p. 217–229.
- OH, J.; JEONG, B. Tactical supply planning in smart manufacturing supply chain. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, Elsevier, v. 55, p. 217–233, 2019.

- PARK, B. K.; JEON, B.; KIM, R. Y. C. A validating practice for the simplified test maturity model (stmm) through the analytic hierarchy process (ahp). *Journal of Engineering Technology*, v. 6, n. 2, p. 456–468, 2018.
- PEDROSO, M. C.; NAKANO, D. Knowledge and information flows in supply chains: A study on pharmaceutical companies. *International journal of production economics*, Elsevier, v. 122, n. 1, p. 376–384, 2009.
- PFOHL, H.-C.; YAHSI, B.; KURNAZ, T. Concept and diffusion-factors of industry 4.0 in the supply chain. In: *Dynamics in Logistics*. [S.l.]: Springer, 2017. p. 381–390.
- QU, T. et al. Iot-based real-time production logistics synchronization system under smart cloud manufacturing. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Springer, v. 84, n. 1-4, p. 147–164, 2016.
- RAZAVI, M.; ALIEE, F. S. An approach towards enterprise interoperability assessment. In: SPRINGER. *IFIP-International Workshop on Enterprise Interoperability*. [S.l.], 2009. p. 52–65.
- RODRIGUES, D. S. et al. Avaliação da conformidade de sinais de trânsito para melhorar a segurança rodoviária em meio urbano: uma aplicação no centro de guimarães, portugal. *urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, v. 9, n. 1, p. 346–360, 2017.
- RÜSSMANN, M. et al. Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, v. 9, n. 1, p. 54–89, 2015.
- SAATY, T. L. *Theory and applications of the analytic network process: decision making with benefits, opportunities, costs, and risks*. [S.l.]: RWS publications, 2005.
- SAATY, T. L. Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, v. 1, n. 1, p. 83–98, 2008.
- SÁNCHEZ, A. M.; PÉREZ, M. P. Supply chain flexibility and firm performance: a conceptual model and empirical study in the automotive industry. *International Journal of Operations & Production Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 25, n. 7, p. 681–700, 2005.
- SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. Indústria 4.0: desafios e oportunidades para o brasil. *Anais do X SIMPROD*, Departamento de Engenharia de Produção-Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- SEUNG, J. L.; SHI, T. *Review of Literature and Curricula in Smart Supply Chain & Transportation*. [S.l.], 2018.
- SILVA, D. Aplicação do método ahp para avaliação de projetos industriais. *Rio de Janeiro*, v. 128, 2007.
- SILVA, V. L. da; KOVALESKI, J. L.; PAGANI, R. N. Technology transfer in the supply chain oriented to industry 4.0: a literature review. *Technology Analysis & Strategic Management*, Taylor & Francis, v. 31, n. 5, p. 546–562, 2019.
- SINGH, R. P.; NACHTNEBEL, H. P. Decision aid for hydropower project prioritisation in nepal by applying visual promethee. *International Journal of Multicriteria Decision Making*, Inderscience Publishers (IEL), v. 6, n. 4, p. 316–342, 2016.

SPRIVULIS, P. et al. The economic benefits of health information exchange interoperability for australia. *Australian Health Review*, CSIRO, v. 31, n. 4, p. 531–539, 2007.

SSEBUGGWAWO, D.; HOPPENBROUWERS, S.; PROPER, E. Group decision making in collaborative modeling: Aggregating individual preferences with ahp. In: SCHOOL FOR INFORMATION AND KNOWLEDGE SYSTEMS, EINDHOVEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (TU/E). *Digital Proceedings of the 4th SIKS conference in Enterprise Information Systems (EIS 2009)*. [S.l.], 2009.

TAHA, H. A. *Operations research: an introduction*. [S.l.]: Pearson/Prentice Hall, 2011. v. 790.

TJAHJONO, B. et al. What does industry 4.0 mean to supply chain? *Procedia Manufacturing*, Elsevier, v. 13, p. 1175–1182, 2017.

TOGATLIAN, M.; CORREIA, A.; BELDERRAIN, M. A modeling tool to assist on the decision process of determining the optimal location of an industrial airport in brazil. *Simpósio de Transporte Aéreo, Brasília*, 2006.

VERNADAT, F. B. Interoperable enterprise systems: Principles, concepts, and methods. *Annual reviews in Control*, Elsevier, v. 31, n. 1, p. 137–145, 2007.

WEISER, M.; GOLD, R.; BROWN, J. S. The origins of ubiquitous computing research at parc in the late 1980s. *IBM systems journal*, IBM, v. 38, n. 4, p. 693–696, 1999.

WINCHESTER, C. L.; SALJI, M. Writing a literature review. *Journal of Clinical Urology*, Sage Publications Sage UK: London, England, v. 9, n. 5, p. 308–312, 2016.

WITKOWSKI, K. Internet of things, big data, industry 4.0—innovative solutions in logistics and supply chains management. *Procedia Engineering*, Elsevier, v. 182, p. 763–769, 2017.

WU, L. et al. Smart supply chain management: a review and implications for future research. *The International Journal of Logistics Management*, Emerald Group Publishing Limited, v. 27, n. 2, p. 395–417, 2016.

ZHAO, H.; PENG, Y.; LI, W. Revised promethee ii for improving efficiency in emergency response. *Procedia Computer Science*, Elsevier, v. 17, p. 181–188, 2013.

## Apendice A – Instrumento de Avaliação Diagnóstica

### AValiação DIAGNÓSTICA

Este questionário tem como objetivo conduzir a avaliação **DIAGNÓSTICA** da organização de modo a permitir a identificação dos seus pontos fortes e pontos fracos, considerando as barreiras, preocupações e quadrantes da Interoperabilidade, e os Princípios da *Smart Supply Chain*.

Esta avaliação deve ser realizada em duas etapas. A primeira deve considerar o nível de **IMPORTÂNCIA** relativa que a organização confere a cada elemento diagnóstico. A segunda deve considerar o **NÍVEL DE DESEMPENHO** que cada elemento diagnóstico apresenta na organização.

Este questionário se apoia em métodos multicritério de apoio à decisão e, portanto, as avaliações são conduzidas por meio de comparações paritárias por meio das escalas apresentadas a seguir.

Escala numérica	Avaliação da Importância		Avaliação do Desempenho	
	Significado da escala numérica	Definição	Significado da escala numérica	Definição
1	Igualmente importante	Os elementos são igualmente importantes no planejamento da organização	Igual desempenho	Os elementos apresentam o mesmo nível de desempenho na organização
3	Moderadamente mais importante	Um elemento é moderadamente mais importante que outro no planejamento da organização	Moderadamente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho moderadamente maior do que outro
5	Fortemente mais importante	Um elemento é fortemente mais importante que outro no planejamento da organização	Fortemente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho fortemente maior do que outro
7	Muito fortemente mais importante	Um elemento é muito fortemente mais importante que outro no planejamento da organização	Muito fortemente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho muito fortemente maior do que outro
9	Extremamente mais importante	Um elemento é extremamente mais importante que outro no planejamento da organização	Extremamente mais desenvolvido	Na organização, um elemento possui o nível de desempenho extremamente maior do que outro

#### EXEMPLO DE AVALIAÇÃO

		IMPORTÂNCIA										
1	NEGÓCIO	9	7	5	3	1	3	5	7	9	PROCESSO	
		9	7	5	3	1	3	5	7	9		
		DESEMPENHO										

#### Interpretação:

Em relação à importância, a organização considera a preocupação da Interoperabilidade "Processo" extremamente mais importante que a preocupação "Negócio".

Em relação ao desempenho, na organização a preocupação da Interoperabilidade "Processo" está moderadamente mais desenvolvida que a preocupação "Negócio".

CARACTERIZAÇÃO DO RESPONDENTE	
Qual é a área da sua formação acadêmica/profissional?	
Há quanto tempo você trabalha na empresa?	
Qual função você desempenha na empresa?	
Qual setor da organização você trabalha?	
Há quanto tempo você trabalha neste setor?	
Qual é o seu nível de envolvimento com projetos/ações de transformação digital/Indústria 4.0 na empresa?	<input type="checkbox"/> Não tenho envolvimento com este tipo de projeto/ações <input type="checkbox"/> Me envolvo esporadicamente com este tipo de projeto/ações <input type="checkbox"/> Me envolvo frequentemente com este tipo de projeto/ações <input type="checkbox"/> Me envolvo integralmente com este tipo de projeto/ações

## BARREIRAS DA INTEROPERABILIDADE

Considerando as **BARREIRAS DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada elemento no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

<b>1</b>	<b>CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td colspan="10">IMPORTÂNCIA</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="10">DESEMPENHO</td></tr> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	DESEMPENHO										<b>ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																									
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
DESEMPENHO																																									
<b>2</b>	<b>CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td colspan="10">IMPORTÂNCIA</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="10">DESEMPENHO</td></tr> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	DESEMPENHO										<b>TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																									
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
DESEMPENHO																																									
<b>3</b>	<b>ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td colspan="10">IMPORTÂNCIA</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td></tr> <tr><td colspan="10">DESEMPENHO</td></tr> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	DESEMPENHO										<b>TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																									
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																	
DESEMPENHO																																									

## PREOCUPAÇÕES DA INTEROPERABILIDADE

Considerando a **BARREIRA CONCEITUAL DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **QUADRANTE DA INTEROPERABILIDADE** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

<b>1</b>	<b>NEGÓCIO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>PROCESSO-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>2</b>	<b>NEGÓCIO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>3</b>	<b>NEGÓCIO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>4</b>	<b>PROCESSO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>5</b>	<b>PROCESSO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>6</b>	<b>SERVIÇO-CONCEITUAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-CONCEITUAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											

## PREOCUPAÇÕES DA INTEROPERABILIDADE

Considerando a **BARREIRA ORGANIZACIONAL DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **QUADRANTE DA INTEROPERABILIDADE** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

<b>1</b>	<b>NEGÓCIO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>PROCESSO-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>2</b>	<b>NEGÓCIO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>3</b>	<b>NEGÓCIO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>4</b>	<b>PROCESSO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>5</b>	<b>PROCESSO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>6</b>	<b>SERVIÇO-ORGANIZACIONAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-ORGANIZACIONAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											

## PREOCUPAÇÕES DA INTEROPERABILIDADE

Considerando a **BARREIRA TECNOLÓGICA DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **QUADRANTE DA INTEROPERABILIDADE** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

<b>1</b>	<b>NEGÓCIO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>PROCESSO-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>2</b>	<b>NEGÓCIO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>3</b>	<b>NEGÓCIO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>4</b>	<b>PROCESSO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>SERVIÇO-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>5</b>	<b>PROCESSO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
<b>6</b>	<b>SERVIÇO-TECNOLÓGICA</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>DADOS-TECNOLÓGICA</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											

## PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN

Considerando a **PREOCUPAÇÃO NEGÓCIO DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

1	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
2	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
3	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
4	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
5	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
6	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
7	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
8	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
9	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
10	<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											

## PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN

Considerando a **PREOCUPAÇÃO PROCESSO DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

1	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
2	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
3	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
4	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
5	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
6	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
7	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
8	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
9	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
10	<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											

## PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN

Considerando a **PREOCUPAÇÃO SERVIÇO DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

1	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
2	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
3	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
4	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
5	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
6	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
7	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
8	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
9	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											
10	<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">1</td><td style="text-align: center;">3</td><td style="text-align: center;">5</td><td style="text-align: center;">7</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">9</td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	9	7	5	3	1	3	5	7	9	9	DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
9	7	5	3	1	3	5	7	9	9																																		
DESEMPENHO																																											

## PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN

Considerando a **PREOCUPAÇÃO DADOS DA INTEROPERABILIDADE**, avalie **COMPARATIVAMENTE** a importância de cada **PRINCÍPIOS DA SMART SUPPLY CHAIN** no planejamento da organização (escala superior) e o respectivo nível de desempenho atual (escala inferior).

1	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
2	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
3	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
4	<b>DESCENTRALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
5	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
6	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
7	<b>GESTÃO DE DADOS EM TEMPO REAL</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
8	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
9	<b>ORIENTAÇÃO A SERVIÇOS</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											
10	<b>VIRTUALIZAÇÃO</b>	<table border="1" style="margin: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="10">IMPORTÂNCIA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <td>9</td><td>7</td><td>5</td><td>3</td><td>1</td><td>3</td><td>5</td><td>7</td><td>9</td><td></td> </tr> <tr> <th colspan="10">DESEMPENHO</th> </tr> </tbody> </table>	IMPORTÂNCIA										9	7	5	3	1	3	5	7	9		9	7	5	3	1	3	5	7	9		DESEMPENHO										<b>MODULARIDADE</b>
IMPORTÂNCIA																																											
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
9	7	5	3	1	3	5	7	9																																			
DESEMPENHO																																											

## Apêndice B – Instrumento de Avaliação Propositiva

### AVALIAÇÃO PROPOSITIVA

Este questionário tem como objetivo conduzir a avaliação **PROPOSITIVA** da organização de modo a permitir a seleção das tecnologias do contexto *smart* que promovem o desenvolvimento dos princípios da *smart supply chain*.

Este questionário se apoia nos métodos multicritério de apoio à decisão e, portanto, as avaliações são conduzidas por meio de comparações paritárias por meio da escala apresentada a seguir.

Escala numérica	Avaliação de Influência	
	Significado	Definição
0	Sem influência	A tecnologia avaliada <b>não exerce nenhuma influência</b> sobre o nível de desempenho do princípio da <i>smart supply chain</i>
1	Baixa influência	A tecnologia avaliada <b>exerce baixa influência</b> sobre o nível de desempenho do princípio da <i>smart supply chain</i>
2	Média influência	A tecnologia avaliada <b>exerce média influência</b> sobre o nível de desempenho do princípio da <i>smart supply chain</i>
3	Alta influência	A tecnologia avaliada <b>exerce alta influência</b> sobre o nível de desempenho do princípio da <i>smart supply chain</i>
4	Muito alta influência	A tecnologia avaliada <b>exerce muito alta influência</b> sobre o nível de desempenho do princípio da <i>smart supply chain</i>

Em que intensidade as tecnologias **Análise de Dados e Inteligência Artificial** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade as tecnologias **Sensores e Atuadores** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Cibersegurança** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Simulação** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade as tecnologias de **Comunicação e Rede** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Sistemas Embarcados** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Manufatura Aditiva** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade as **Tecnologias Móveis/Mobile** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Nuvem** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade as tecnologias **RFID e RTLS** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade a tecnologia **Robótica Adaptativa** influencia o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

Em que intensidade as **Tecnologias de Virtualização** influenciam o nível de desempenho dos princípios da *smart supply chain* ?

Princípios da <i>Smart Supply Chain</i>	Nível de Influência				
Descentralização	0	1	2	3	4
Gestão de Dados em Tempo Real	0	1	2	3	4
Orientação a Serviços	0	1	2	3	4
Virtualização	0	1	2	3	4
Modularidade	0	1	2	3	4

## Apêndice C – Glossário de Conceitos

### GLOSSÁRIO DE CONCEITOS

Este **Glossário de Termos** têm como objetivo definir os conceitos necessários para a adequada condução das avaliações **DIAGNÓSTICA** e **PROPOSITIVA** do Modelo de Avaliação para a Adoção de Tecnologias da *Smart supply chain* (MAATS). Estes conceitos são provenientes dos domínios do conhecimento da Interoperabilidade e *Smart Supply Chain*.

BARREIRAS DA INTEROPERABILIDADE	
Barreira	Definição
Conceitual	Diferenças sintáticas e semânticas da informação compartilhada. Está relacionada com o modelo de negócio e com o modelo de programação utilizado.
Organizacional	Incompatibilidades associadas à estrutura organizacional (estrutura hierárquica), de responsabilidades e de autoridades.
Tecnológica	Incompatibilidades da tecnologia da informação como arquitetura, plataformas e infraestrutura. Está relacionada com os padrões adotados para a apresentação, armazenamento, compartilhamento, processamento e comunicação de dados.

PREOCUPAÇÕES DA INTEROPERABILIDADE	
Preocupação	Definição
Negócio	Busca harmonizar o trabalho conjunto de organizações que possuem tomadas de decisão, métodos de trabalho, legislações, cultura e abordagem comercial distintas.
Processo	Busca harmonizar os vários processos da organização para que trabalhem de forma conjunta para atender alguma necessidade específica. Além disso, busca compreender formas de conectar processos de organizações distintas para formar um processo comum.
Serviço	Busca identificar, compor e integrar aplicações distintas, considerando não só aplicações computacionais, mas também funções da organização.
Dados	Busca executar diferentes modelos de dados e linguagens de forma conjunta, para que a busca e compartilhamento de informações obtidas em fontes heterogêneas, em diferentes bases de dados e com sistemas operacionais diferentes seja possibilitada.

QUADRANTES DA INTEROPERABILIDADE		
Quadrantes	Definição	
Conceitual	Negócio-Conceitual	Representa os modelos de negócio, visões corporativas, estratégias, objetivos e políticas internas. Busca modelar e documentar o modelo de negócio de modo a utilizar padrões para alinhá-lo com outros modelos, promover uma organização colaborativa com múltiplas parcerias e alcançar um modelo de negócio adaptativo.
	Processo-Conceitual	Representa os modelos de processos utilizados na organização. Busca promover modelos de processos com padrões que possam ser alinhados com outros modelos e promover a reengenharia dinâmica de processos.
	Serviço-Conceitual	Representa os modelos de serviços. Busca determinar e documentar os modelos de serviços disponíveis, com uso de padrões para alinhamento com outros modelos de serviços e de modo a permitir a modelagem adaptativa de serviços.
	Dados-Conceitual	Representa a sintaxe, semântica e modelos de dados utilizados. Busca estruturar e documentar modelos de dados de forma que tais modelos sejam padronizados para posterior alinhamento com outros modelos e, então, se tornem modelos adaptativos de dados.
Organizacional	Negócio-Organizacional	Representa os métodos de trabalho, regras de negócio e estrutura organizacional. Busca implementar uma estrutura organizacional flexível, com recursos humanos treinados para a interoperabilidade de forma a promover uma organização ágil para executar negócios por demanda.
	Processo-Organizacional	Representa as responsabilidades, métodos e regras de gestão de processos. Busca definir claramente as responsabilidades e autoridades dos processos de modo a permitir processos colaborativos, interorganizacionais e adaptativos, monitorados em tempo real.
	Serviço-Organizacional	Representa os modelos de serviços adotados. Busca determinar as responsabilidades e autoridades dos serviços, promovendo regras e métodos dinâmicos para a gestão de serviços e aplicações.
	Dados-Organizacional	Representa as responsabilidades, métodos e regras de gestão de dados. Busca determinar as responsabilidades e autoridades dos dados, de modo que as regras e métodos de gestão de dados sejam adaptativos.
Tecnológica	Negócio-Tecnológica	Representa a infraestrutura e tecnologias da informação utilizadas. Busca implementar essas infraestruturas e tecnologias de modo que sejam padronizadas, configuráveis, abertas e adaptativas.
	Processo-Tecnológica	Representa as ferramentas de apoio à modelagem e execução de processos. Busca a implementação de ferramentas e plataformas de tecnologia da informação para apoiar a colaborativa, dinâmica e adaptativa de processos.
	Serviço-Tecnológica	Representa as ferramentas de suporte a serviços e aplicações. Busca promover arquiteturas e interfaces configuráveis que permitam a descoberta e composição de serviços de forma automatizada e, posteriormente, promover serviços dinamicamente compostos com aplicações conectadas em rede.
	Dados-Tecnológica	Representa os dispositivos de armazenamento e troca de dados. Busca estruturar os dispositivos de armazenamento de dados e integrá-los de modo que seja possível obter dados compartilhados, com acesso remoto e com troca direta na base de dados.

## GLOSSÁRIO DE CONCEITOS

PRINCÍPIOS DA <i>SMART SUPPLY CHAIN</i>	
Princípio	Definição
<b>Descentralização</b>	A hierarquia da organização possui maior autonomia, recursos e responsabilidades. A descentralização das decisões é baseada em interconexão de pessoas, objetos e na transparência da informação obtida interna e externamente à organização. Os agentes individuais tomam suas próprias decisões e, em situações complexas, excepcionais, com interferências ou falhas, a decisão é delegada aos níveis hierárquicos mais altos. Para isso, a organização deve revisar seu planejamento hierárquico de modo a obter um conceito de coordenação mais descentralizado. Tecnologias como sistemas ciberfísicos (CPS) contribuem para a descentralização da tomada de decisão.
<b>Gestão de Dados em Tempo Real</b>	A capacidade de coletar e analisar dados constantemente é necessária para que a organização possa reagir imediatamente às mudanças ambientais, como endereçar e controlar falhas. Esta análise em tempo real promove percepções e decisões em tempo real.
<b>Orientação a Serviços</b>	Os componentes de aplicações fornecem serviços para outros componentes por meio de protocolos de comunicação, permitindo o encapsulamento de vários serviços e a facilitação no seu posterior uso, com o suporte da arquitetura orientada a serviços (SOA) e da Internet dos Serviços (IoS).
<b>Virtualização</b>	Os sistemas ciberfísicos são capazes de monitorar os sistemas físicos por meio de sensores de dados. Esses dados permitem a criação de uma cópia virtual da organização. Esta cópia virtual é representada por modelos virtuais e modelos de simulação dos sistemas físicos reais.
<b>Modularidade</b>	Promove a flexibilidade por permitir o ajuste de sistemas modulares existentes ou a adição de novos módulos. Esses novos módulos podem ser imediatamente utilizados, permitindo a adaptação flexível às sazonalidades ou mudanças nas características dos produtos demandados.

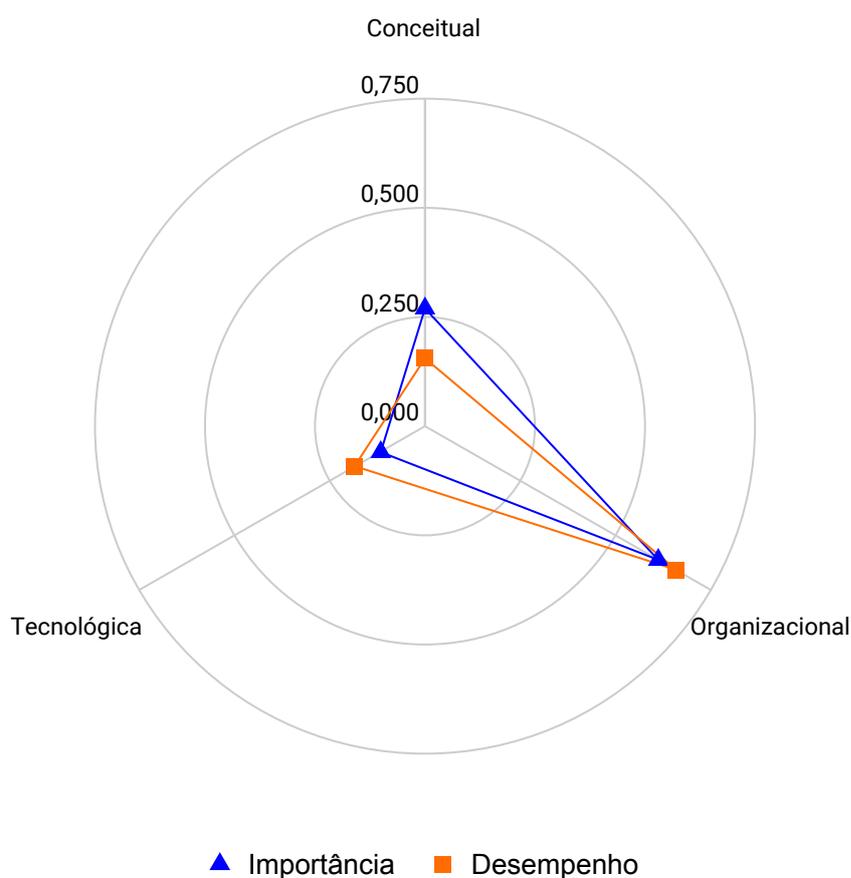
## GLOSSÁRIO DE CONCEITOS

<b>Definição das Tecnologias da <i>Smart Supply Chain</i></b>	
<b>Tecnologia</b>	<b>Definição</b>
<b>Análise de Dados e Inteligência Artificial</b>	Tecnologia voltada para o rápido processamento de dados e sua combinação com dados de diferentes fontes para dar apoio à avaliação do estado atual da organização e configurar diferentes maquinários e condições de operação que possam afetar a produção
<b>Cibersegurança</b>	Tecnologia para promover a segurança no armazenamento e transferência de dados nas tecnologias cloud, máquinas, robôs e sistemas automatizados. Além disso, ações preventivas como controle de acesso de usuário, firewalls, sistemas de detecção de invasão e testes de penetração podem ser utilizados
<b>Comunicação e Rede</b>	A conexão entre sistemas físicos e distribuídos com o uso de dispositivos de comunicação permite, com o apoio da Internet das Coisas/Internet of Things (IoT), que máquinas e computadores interajam entre si, vejam e percebam as aplicações do mundo real promovendo a conectividade a qualquer momento, de qualquer lugar, por qualquer interessado e para qualquer coisa
<b>Manufatura aditiva</b>	Conjunto de tecnologias capazes de produzir objetos tridimensionais diretamente de modelos digitais por meio de um processo aditivo que agrupa matérias primas como polímeros, cerâmicas ou metais
<b>Computação em Nuvem</b>	As tecnologias cloud apoiam a coordenação e conexão de sistemas de produção que ficam disponíveis por demanda (on demand) e permitem o uso de coleções de recursos produtivos distribuídos para criar e operar processos ciberfísicos reconfiguráveis
<b>Robótica Adaptativa</b>	Os produtos, máquinas e serviços são combinados com microprocessadores e metodologias de inteligência artificial para se tornarem mais inteligentes e capazes de serem autônomos e sociáveis em seu contexto
<b>Sensores e Atuadores</b>	São dispositivos necessários para as interações com o mundo real e, com seu apoio, permitem com que os sistemas embarcados promovam ao sistema total o controle das unidades por meio de microcontroladores
<b>Simulação</b>	Tecnologias que apoiam a construção e teste de cenários hipotéticos de sistemas para melhorar o planejamento de produtos e processos. Permite acompanhar o desempenho dos cenários gerados a partir da mudança em vários de seus parâmetros, contribuindo para uma melhor tomada de decisão
<b>Sistemas Embarcados</b>	Sistemas computacionais completos e independentes que suportam a organização e coordenação de redes de sistemas, conferindo capacidades computacionais para a infraestrutura física e promovendo a descentralização de ações
<b>Tecnologias móveis/mobile</b>	Uso de tecnologias móveis na mesma plataforma que outros equipamentos do processo produtivo, permitindo com que dados sejam coletados, recebidos e transmitidos e que usuários possam endereçar problemas enquanto gerenciam a tomada de decisão em tempo real
<b>Tecnologias RFID e RTLS</b>	Identificação, localização e detecção das condições de objetos e recursos em operações críticas como transporte e armazenamento inteligentes
<b>Tecnologias de Virtualização</b>	Ferramentas de Realidade Virtual (VR) e Realidade Aumentada (AR) que permitem a apresentação de informações virtuais para o mundo real com o objetivo de enriquecer as percepções humanas da realidade por meio de elementos e objetos aumentados

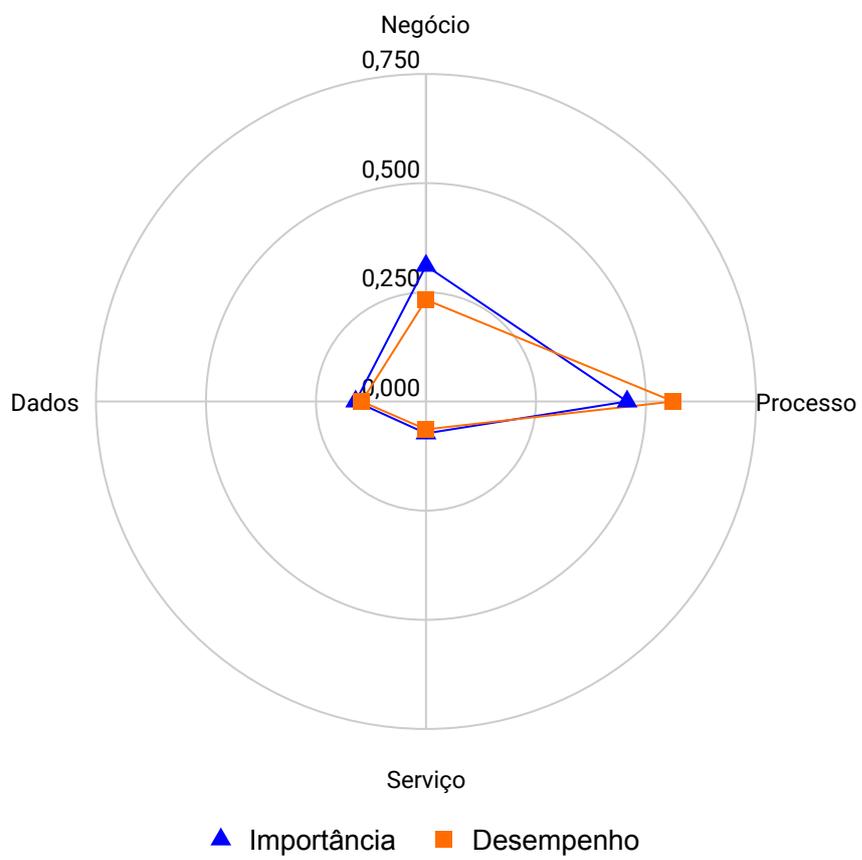
## Apêndice D – Avaliação Diagnóstica Decisor 1

Nível Hierárquico	Elemento Diagnóstico	Importância	Desempenho
Barreiras	Conceitual	0,139	0,181
	Organizacional	0,544	0,292
	Tecnológica	0,317	0,527
Preocupações	Negócio	0,229	0,228
	Processo	0,453	0,381
	Serviço	0,119	0,161
	Dados	0,198	0,230
Princípios	Descentralização	0,274	0,281
	Gestão de Dados	0,296	0,311
	Orientação a Serviços	0,125	0,120
	Virtualização	0,177	0,147
	Modularidade	0,129	0,141

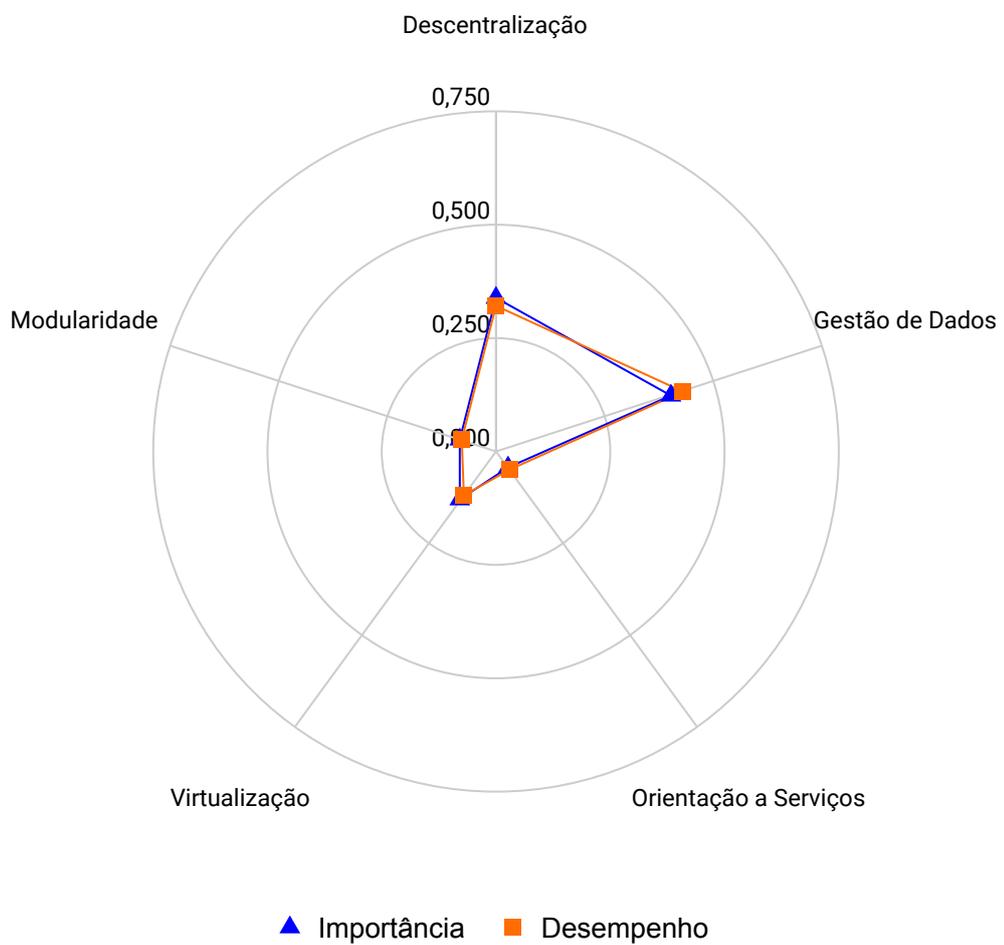
Radar diagnóstico para as Barreiras da Interoperabilidade.



Radar diagnóstico para as Preocupações da Interoperabilidade.



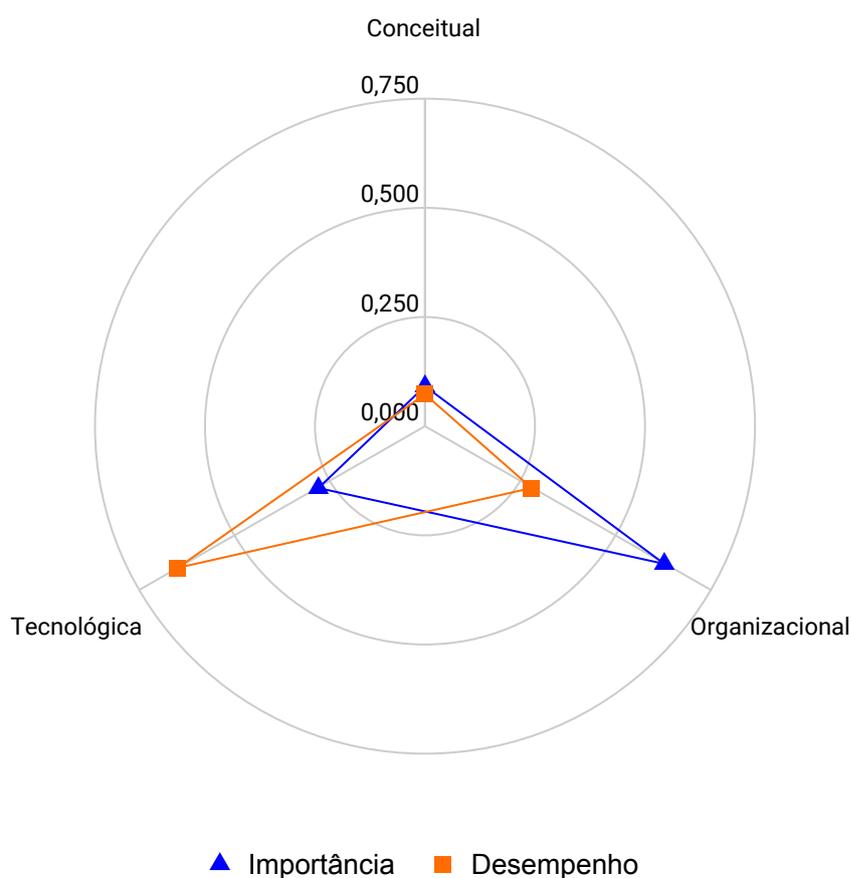
### Radar diagnóstico para os Princípios da *Smart Supply Chain*.



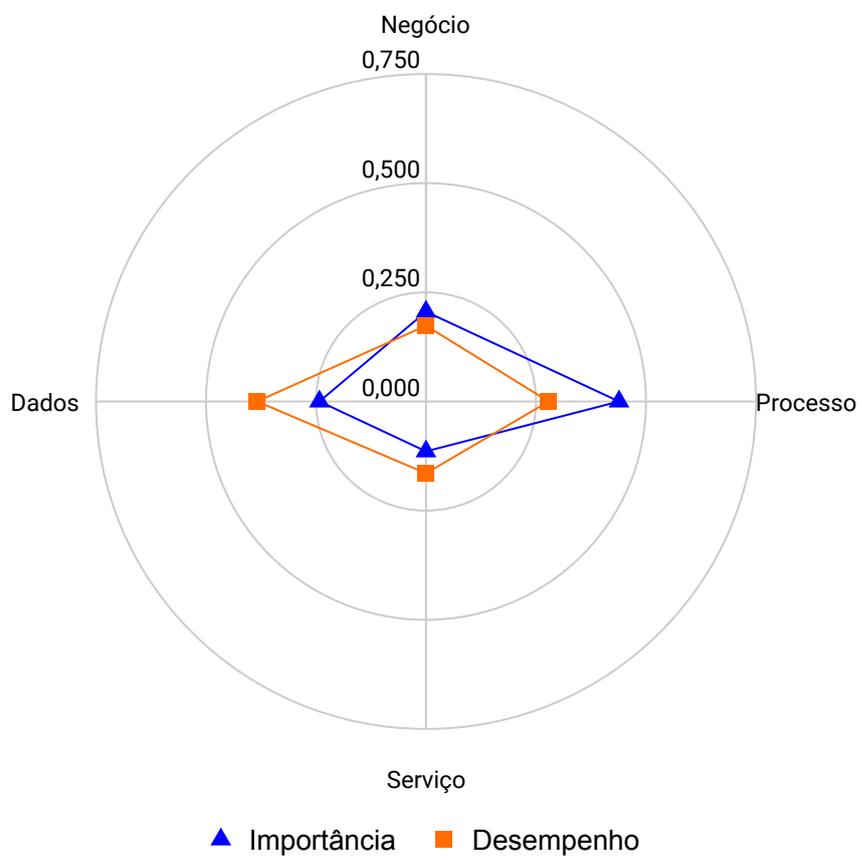
## Apêndice E – Avaliação Diagnóstica Decisor 2

Nível Hierárquico	Elemento Diagnóstico	Importância	Desempenho
Barreiras	Conceitual	0,094	0,072
	Organizacional	0,627	0,279
	Tecnológica	0,280	0,649
Preocupações	Negócio	0,204	0,172
	Processo	0,441	0,277
	Serviço	0,115	0,167
	Dados	0,240	0,385
Princípios	Descentralização	0,364	0,222
	Gestão de Dados	0,146	0,358
	Orientação a Serviços	0,182	0,165
	Virtualização	0,145	0,138
	Modularidade	0,164	0,117

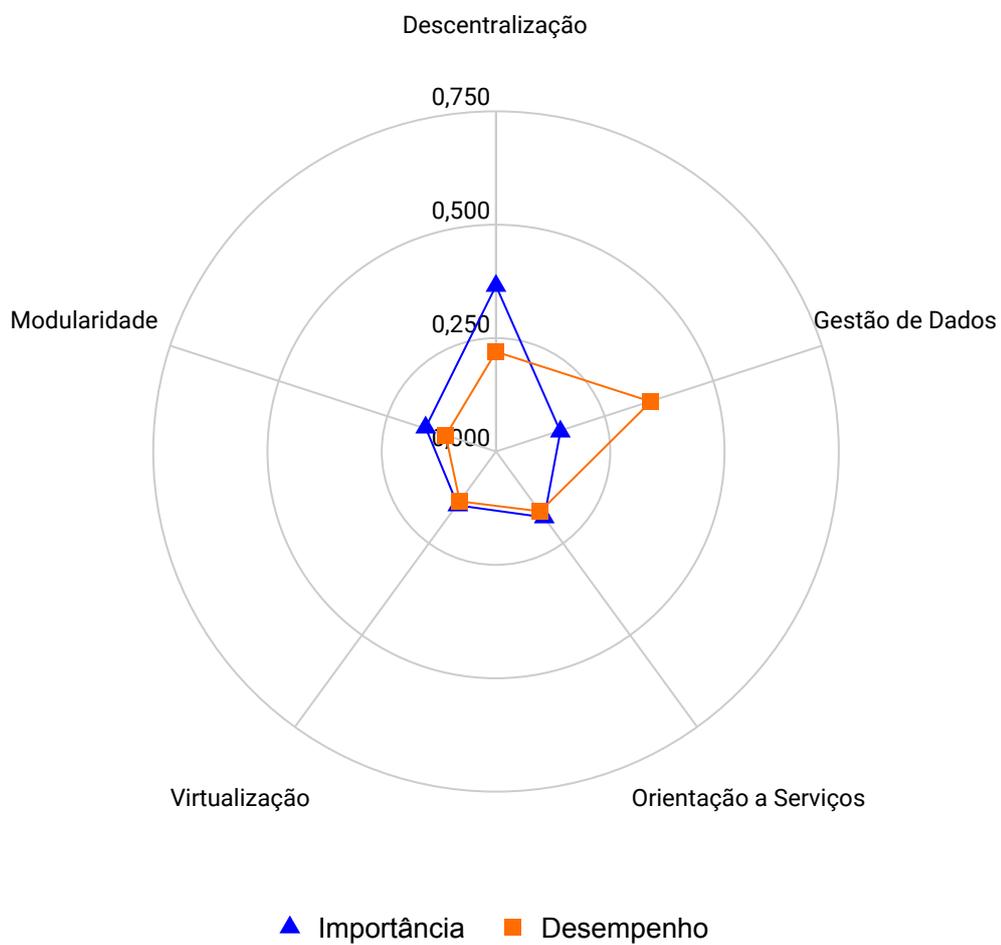
Radar diagnóstico para as Barreiras da Interoperabilidade.



Radar diagnóstico para as Preocupações da Interoperabilidade.



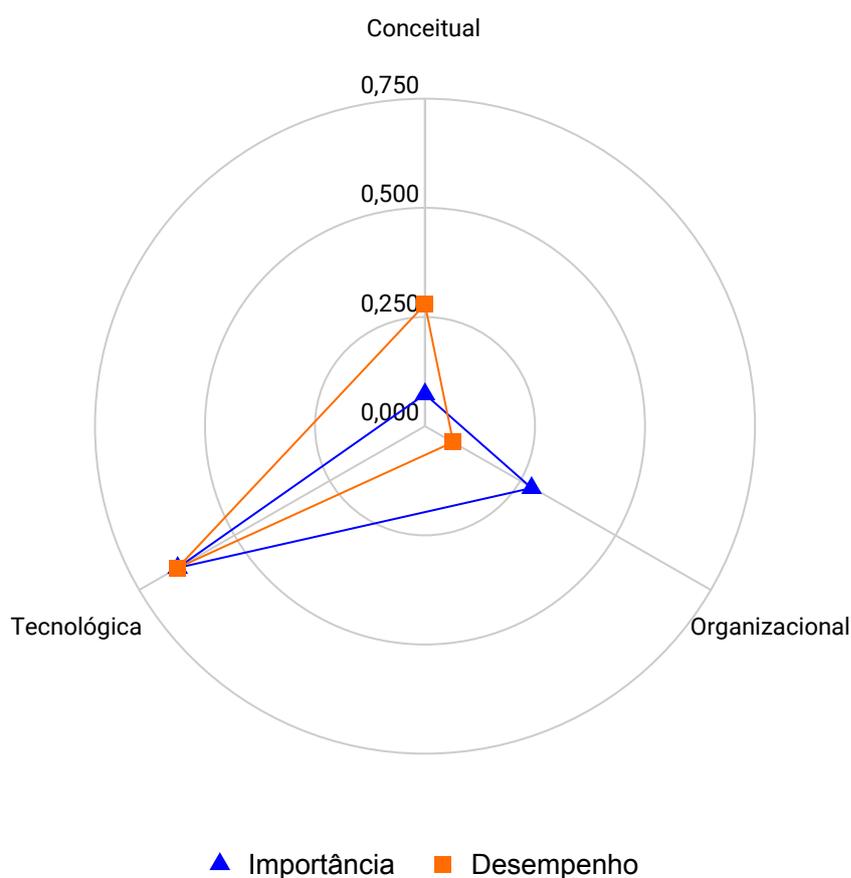
### Radar diagnóstico para os Princípios da *Smart Supply Chain*.



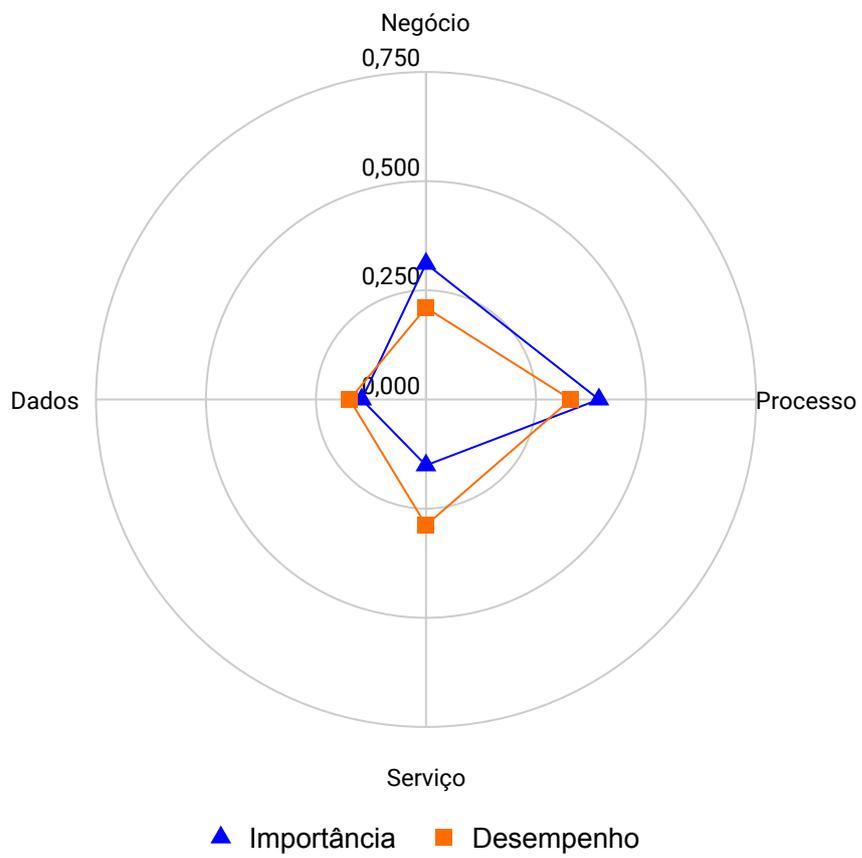
## Apêndice F – Avaliação Diagnóstica Decisor 3

Nível Hierárquico	Elemento Diagnóstico	Importância	Desempenho
Barreiras	Conceitual	0,072	0,279
	Organizacional	0,279	0,072
	Tecnológica	0,649	0,649
Preocupações	Negócio	0,310	0,210
	Processo	0,393	0,329
	Serviço	0,152	0,286
	Dados	0,145	0,175
Princípios	Descentralização	0,172	0,210
	Gestão de Dados	0,341	0,209
	Orientação a Serviços	0,180	0,172
	Virtualização	0,195	0,175
	Modularidade	0,112	0,234

Radar diagnóstico para as Barreiras da Interoperabilidade.



Radar diagnóstico para as Preocupações da Interoperabilidade.



### Radar diagnóstico para os Princípios da *Smart Supply Chain*.

