FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO
FACULDADE FIA DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO DE NEGÓCIOS

José Moreira

Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade

São Paulo
2026

JOSÉ MOREIRA

Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade FIA de Administração e Negócios da Fundação Instituto de Administração (FIA), para obtenção do título de Mestre em Ciências pelo programa de Mestrado Profissional em Gestão de Negócios.

Área de Concentração: Governança Corporativa, Gestão de Negócios, Tomada de Decisão

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Leandro de Faria Olivo

São Paulo

2026

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha Catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Chefe
Kleber Zornoff Manrubia CRB-8 /7561

Moreira, José.
Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade. / José Moreira.
São Paulo, [s.n.]: 2026.
128 f.: il., tab.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo Leandro de Faria Olivo.
Área de concentração: Governança corporativa.
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Negócios) – Faculdade FIA de Administração e Negócios, Programa de Pós-Graduação em Stricto Sensu, 2026.

1. Teoria do caos. 2. Complexidade. 3. Ambiente corporativo - Incerteza. 4. Tomada de decisão. 5. Setor de automação industrial - Brasil. 6. Não-linearidade. I. Olivo, Rodolfo Leandro de Faria. II. Mestrado Profissional. III. Faculdade FIA de Administração e Negócios. IV. Fundação Instituto de Administração.

MOREIRA, J. **Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Negócios) – Faculdade FIA de Administração e Negócios, Mestrado Profissional em Gestão de Negócios, São Paulo, 2026.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Docente: Prof. Dr. Diego Bonaldo Coelho

Instituição: FFIA – Faculdade Fundação Instituição de Administração

Julgamento: _____

Docente: Prof. Dr. Marcos Antonio Gaspar

Instituição: UNINOVE – Universidade Nove de Julho

Julgamento: _____

Docente: Prof. Dr. Rodolfo Leandro de Faria Olivo

Instituição: FFIA – Faculdade Fundação Instituição de Administração

Julgamento: _____

Docente: Prof. Dr. George André Willrich Sales

Instituição: FIPECAFI – Fund. Inst. de Pesq. Contábeis, Atuariais e Financeiras

Julgamento: _____

"Todos podem ver as táticas de minhas conquistas, mas ninguém consegue discernir a estratégia que gerou as vitórias".

Sun Tzu, A Arte da Guerra

RESUMO

MOREIRA, J. **Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Negócios) – Faculdade FIA de Administração e Negócios, Mestrado Profissional em Gestão de Negócios, São Paulo, 2026.

O caos e a complexidade estão cada vez mais presentes no cotidiano de empresas ao redor do mundo, assim relatam alguns dos maiores estudiosos do tema. Esta pesquisa, por meio da análise de resultados de um roteiro de entrevistas realizado em uma grande empresa multinacional, promove o entendimento das possíveis relações entre as práticas e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade na tomada de decisão gerencial de organizações. Adicionalmente, traz contribuições acadêmicas que indicam que os modelos tradicionais de planejamento e análise linear são insuficientes para lidar com a complexidade, evidenciando que, sob condições de incerteza, os tomadores de decisão se deparam com a racionalidade limitada, e adotam a experiência acumulada para alcançar soluções satisfatórias. Os resultados da pesquisa indicam uma lacuna significativa em que, apesar do desconhecimento teórico dos conceitos acadêmicos das Teorias do Caos e da Complexidade por parte dos gestores, a tomada de decisão é profundamente baseada em um conhecimento empírico e intuitivo que reconhece a natureza complexa do ambiente corporativo. Ou seja, por mais que sejam ignorados com certa frequência, os conceitos das Teoria do Caos e da Complexidade fazem parte do repertório dos executivos, gestores e tomadores de decisão nas corporações, em maior ou menor grau de profundidade. Mesmo sem o objetivo de criar soluções para o problema estudado, os resultados observados nas entrevistas sugerem a necessidade de haver uma mudança na gestão estratégica, como a substituição de planos rígidos de longo prazo por ciclos curtos e iterativos de planejamento, e a adoção de métodos e processos mais flexíveis e facilmente adaptáveis às complexidades existentes no setor estudado. Ou seja, percebem-se evidências que a sobrevivência e o sucesso no setor dependem da capacidade dos gestores em agir com resiliência e adaptabilidade, uso da antifragilidade, e ajustes de métodos, processos e estratégias de forma contínua.

Palavras-chave: caos; complexidade; decisão; incerteza; não-linearidade.

ABSTRACT

MOREIRA, J. **Managerial decision-making in a company of the Brazilian industrial automation sector: dialogue between practices and concepts of Chaos and Complexity Theories**. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão de Negócios) – Faculdade FIA de Administração e Negócios, Mestrado Profissional em Gestão de Negócios, São Paulo, 2026.

Chaos and complexity are increasingly present in the daily lives of companies around the world, according to some of the greatest scholars on the subject. This research, through the analysis of the results of an interview script carried out in a large multinational company, promotes the understanding of the possible relationships between the practice and the concepts of the Theories of Chaos and Complexity in the managerial decision-making of organizations. Additionally, it brings academic contributions that indicate that traditional models of linear planning and analysis are insufficient to deal with complexity, showing that, under conditions of uncertainty, decision makers are faced with limited rationality, and adopt the accumulated experience to reach satisfactory solutions. The research findings reveal a significant gap: despite managers' lack of theoretical knowledge of academic concepts of Chaos and Complexity Theories, decision-making is deeply grounded in empirical and intuitive knowledge that recognizes the complex nature of the corporate environment. In other words, even though they are often overlooked, the concepts of Chaos and Complexity Theories are part of the repertoire of executives, managers, and decision-makers in corporations, to a greater or lesser degree of depth. Although the study did not aim to create solutions to the problem investigated, the results perceived on the interviews suggest the need for a change in strategic management, such as replacing rigid long-term plans with short and iterative planning cycles, adopting more flexible methods and processes that can be easily adapted to the complexities present in the sector studied. In sum, there is evidence that survival and success in the sector depend on managers' ability to act with resilience and adaptability, use of antifragility, and to continuously adjust of methods, processes, and strategies.

Keywords: chaos; complexity; decision; uncertainty; non-linearity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Recortes desta pesquisa	19
Figura 2.1	Simulação de equação de Edward Lorenz.....	27
Figura 2.2	A Borboleta, um exemplo de atrator estranho.....	28
Figura 2.3	Diagrama de decisão sob condições de racionalidade limitada....	37
Figura 2.4	As diferentes revoluções industriais ao longo do tempo.....	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1	Tendências na tomada de decisões	40
Quadro 2.2	Quadro sinótico de constructos, elementos e autores	41
Quadro 3.1	Características das pesquisas qualitativas e quantitativas	48
Quadro 3.2	Matriz de amarração metodológica (Modelo Mazzon)	53
Quadro 3.3	Resultado das buscas na plataforma EBSCO	62
Quadro 3.4	Resultado das buscas na plataforma SciELO	63
Quadro 4.1	Dados e características dos entrevistados	69
Quadro 4.2	Objetivos Específicos e blocos do Roteiro de Entrevista	74
Quadro 4.3	Lista de exemplos de situação do tipo “Efeito Borboleta”	82
Quadro 4.4	Resultado da análise das respostas individuais ao Roteiro de Entrevistas modificado para compilação binária	89
Quadro 5.1	Prompt e resposta da IA para modelar cenários complexos.....	100

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Compilação das respostas ao Roteiro de Entrevistas modificado para compilação binária 90

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 15
1.1 PROBLEMAS DE PESQUISA 17
1.2 OBJETIVOS 17
1.2.1 Objetivo Geral 17
1.2.2 Objetivos Específicos 18
1.3 JUSTIFICATIVA 19
1.4 CONTRIBUIÇÃO 20
1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA 21

2 REFERENCIAL TEÓRICO 24
2.1 CAOS E A TEORIA DO CAOS 24
2.1.1 Origem e Evolução 24
2.1.2 Princípios Fundamentais 26
2.2 COMPLEXIDADE E A TEORIA DA COMPLEXIDADE 29
2.3 TOMADA DE DECISÃO 31
2.3.1 Tomada de Decisão em ambientes complexos 37
2.4 SÍNTESE 41
2.5 SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL 43

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS 46
3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA 46
3.2 ROTEIRO DE ENTREVISTA 50
3.3 MATRIZ DE AMARRAÇÃO 52
3.4 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS 54
3.5 BUSCA POR LITERATURA 56
3.6 DIAGRAMA DE FLUXO DAS DIRETRIZES PRISMA 65
3.7 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL 66

4 RESULTADOS OBTIDOS 67
4.1 PERFIL DA EMPRESA PESQUISADA 68
4.2 PERFIL DOS ENTREVISTADOS 68
4.3 SÍNTESE DAS RESPOSTAS DE CADA ENTREVISTADO 69
4.4 SÍNTESE DAS RESPOSTAS POR GRUPO DE QUESTÕES 74
4.4.1 Identificando a complexidade 75

4.4.2 Abordagens atuais para a complexidade 78
4.4.3 Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade 81
4.4.4 Melhorando a tomada de decisão com a teoria 83
4.5 ANÁLISE GERAL DAS RESPOSTAS 86
4.5.1 Roteiro de entrevista modificado 87
4.5.2 Análise das respostas binárias do roteiro de entrevista modificado 89

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 93
5.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVO GERAL 93
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 94
5.3 CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS 96
5.4 CONTRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS 98
5.5 SOLUÇÃO VINDA DA IA 99
5.6 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS 101

REFERÊNCIAS 103

APÊNDICES 107
APÊNDICE A – Roteiro de entrevistas semiestruturadas 107
APÊNDICE B – Produto técnico-tecnológico 117

ANEXOS 121
ANEXO A – Checklist das diretrizes do PRISMA 2020 121
ANEXO B – Modelo de Diagrama de Fluxo das diretrizes PRISMA 2020 124
ANEXO C – Definição de Caos 125
ANEXO D – O Caos na Mitologia Grega 126
ANEXO E – Genealogia dos Deuses da Mitologia Grega 127

1 INTRODUÇÃO

As Teorias do Caos e da Complexidade têm sido muito estudadas desde a década de 1960, quando o trabalho do meteorologista americano Edward Lorenz, formado em Matemática pelo *Dartmouth College* e pela *Harvard University*, e pesquisador do Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), descreveu um modelo que simulava a evolução de condições climáticas. Ele buscava uma forma de melhorar as previsões meteorológicas, usando valores iniciais de vento e temperatura como variáveis de entrada, enquanto o computador fazia uma simulação matemática da previsão do tempo. Lorenz imaginava que pequenas modificações nas condições iniciais acarretariam alterações também pequenas na evolução do quadro como um todo. Entretanto ele descobriu que pequenas mudanças nas variáveis de entrada, tratadas como irrelevantes, poderiam ocasionar alterações de grandes amplitudes nas condições futuras do tempo. De acordo com suas conclusões, uma leve brisa ou a queda de 1oC na temperatura de um lado do país, poderiam causar um furacão em outra região depois de algumas semanas. Esta teoria também recebe a alcunha de “Efeito Borboleta” e é creditada a este estudioso, que também recebeu notoriedade após a publicação de um artigo em 1972 intitulado “*Does the Flap of a Butterfly’s Wings in Brazil Set Off a Tornado in Texas?*” ou “Pode o bater de asas de uma borboleta desencadear um tornado no Texas?”, em tradução livre.

Na verdade, já no início do século XX, Max Planck, em seu trabalho sobre a teoria quântica, publicado em 1900, e Albert Einstein, com o estudo do universo proposto na Teoria da Relatividade, de 1905, mostraram que, nos extremos do muito grande (o espaço intergaláctico) e do muito pequeno (o das partículas subatômicas), as leis da física clássica (também chamadas de Leis de Newton), não eram completamente válidas. Ao contrário de ter a previsibilidade de uma máquina, a natureza pode ser aleatória e criar resultados não esperados por qualquer análise linear e, portanto, pode ser imprevisível. Desta conclusão, após Max Born defender, (em 1926) que resultados de experimentos físicos podem mesmo ter resultados randômicos (Mecânica Quântica), Albert Einstein disse uma de suas célebres frases: “Deus não joga dados”, uma vez que não queria admitir esse indeterminismo elementar, inexistente na física clássica. Complementando sua tese, ele também disse: "Você acredita em um Deus que joga dados e eu acredito na lei e na ordenação total de um mundo que é objetivo".

Algum tempo depois destas descobertas, e de muitas horas de estudo de inúmeros cientistas, percebeu-se que as Teorias do Caos e da Complexidade poderiam ser aplicadas em outros sistemas complexos, como o do mercado financeiros e da administração de empresas e negócios. Análises lineares são mais óbvias e mais simples de serem compreendidas pelo cérebro humano, entretanto, são as análises de situações complexas, com resultados inesperados e aleatórios, que trazem maior proximidade ao mundo real. Estas definições do que é o mundo moderno conectam-se a alguns itens importantes da Teoria do Caos e da Complexidade, como a incerteza, a complexidade e a não-linearidade dos resultados esperados em uma análise ou previsão.

Muitas teorias que não têm origem nos negócios, como planejamento tático militar, podem ser encontradas e facilmente reconhecidas no mundo empresarial. O livro “A Arte da Guerra”, escrito pelo general estrategista militar e filósofo chinês SUN TZU (2008), foi amplamente difundido como um guia de sucesso do mundo corporativo, e é baseado no conhecimento de seu autor, o qual atribui suas vitórias, resumidamente, ao conhecimento completo de todo o ambiente onde se está inserido e da criação de um sólido planejamento das ações. E, da mesma forma que estudos militares trouxeram uma nova visão para o mundo corporativo, o estudo da instabilidade de sistemas complexos e da sua imprevisibilidade podem contribuir para a melhoria dos resultados corporativos. A aceitação de que o mundo é, de fato, complexo, e o estudo das Teorias do Caos e da Complexidade podem ajudar na preparação e execução de ações para mitigar os efeitos de uma crise, reduzindo os impactos negativos, e ampliando a longevidade da empresa que utilizar tal conhecimento a seu favor. Olivo (2021, p. 143) relata que:

> “Historicamente se considerou que os sistemas lineares seriam a regra na natureza e os sistemas complexos a exceção. Cada vez mais, contudo, se percebe que é o contrário. Isso é particularmente verdade em finanças e economia.”

De fato, o mundo corporativo é complexo e, portanto, repleto de variáveis para as quais não temos seu total controle. Em inúmeras situações, o ambiente pode facilmente se tornar caótico e isso aumenta a importância de se conhecer técnicas e ter experiência para reduzir os impactos das tais situações caóticas. Adotando a situação da pandemia de COVID-19 como exemplo: de uma maneira repentina, algo

alterou o funcionamento de operações comerciais, industriais e de serviços ao redor do mundo, paralisou transações e desestabilizou a economia de grande parte dos países. Toda esta situação teve início com a manifestação e proliferação de um vírus, cujo epicentro foi uma região remota da China, como depois veio a se descobrir. Infelizmente, as consequências deste evento evoluíram para uma situação de caos, que jamais havia sido prevista, nem mesmo pelos mais ávidos pessimistas.

1.1 PROBLEMAS DE PESQUISA

A fim de orientar o trabalho, será utilizada a seguinte pergunta de pesquisa:

> *“Qual a possível relação entre as práticas e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações caracterizadas por incerteza, não linearidade e imprevisibilidade do setor brasileiro de automação industrial?".*

O trabalho estuda não somente a existência e implicações de situações complexas e caóticas, mas também propõe a utilização da base teórica destes conceitos e assim trazer a atenção de gestores e decisores para a viabilidade de ocorrência destas situações. Em seu grau máximo, a pesquisa pode ainda direcionar o desenvolvimento de futuros estudos que levem à criação de novos protocolos e métodos para tratar as incertezas, não-linearidades e imprevisibilidades no ambiente corporativo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste estudo é pesquisar a possível relação entre as práticas e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações caracterizadas por incerteza, não linearidade e imprevisibilidade do setor brasileiro de automação industrial.

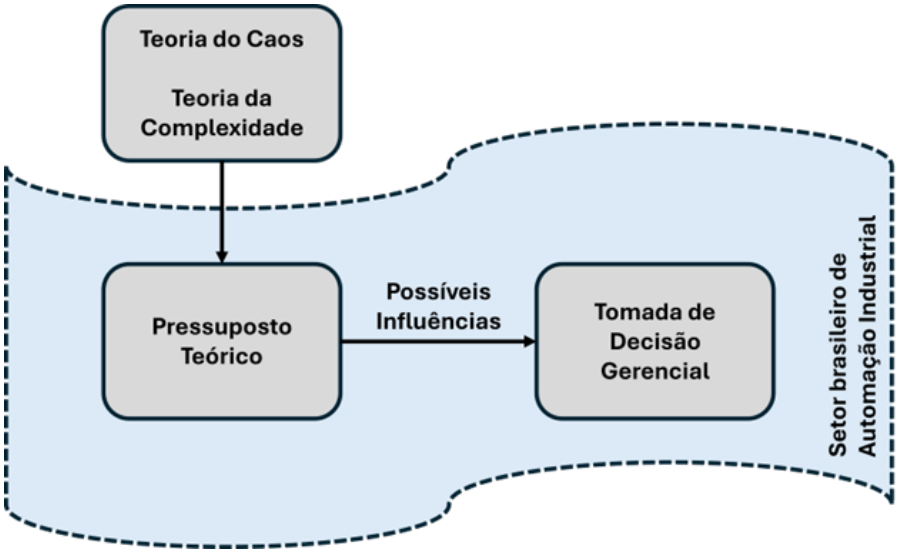
1.2.2 Objetivos Específicos

O pesquisador deverá entrevistar e interagir com executivos, gestores e tomadores de decisão de empresas do setor brasileiro de automação industrial, com o intuito de:

1) Identificar o conhecimento existente sobre as Teorias do Caos e da Complexidade, apresentando as principais relações e contribuições destas teorias para a tomada de decisão gerencial do setor brasileiro de automação industrial;
2) Nas situações apresentadas no objetivo 1, descrever como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões;
3) Caracterizar quais elementos das Teorias do Caos e da Complexidade se aplicam às situações descritas no objetivo 1;
4) Por meio da análise e comparação dos objetivos 2 e 3, investigar como as Teorias do Caos e Complexidade podem melhorar a tomada de decisão gerencial em situações de complexidade no setor de automação industrial brasileiro.

Com base na Questão de Pesquisa e nos Objetivos Principal e Específicos, pode-se resumir que os recortes de pesquisa deste estudo serão: (1) As Teorias do Caos e da Complexidade e (2) Tomada de Decisão. Aqui faz-se importante destacar que a Teoria do Caos é uma das possíveis situações dentro do arcabouço da Teoria da Complexidade, entretanto ela possui algumas características únicas, como a previsibilidade de resultado no curto prazo, e por isso a pesquisa trata ambos como recortes e temas distintos. Esta delimitação destes recortes, suas intersecções e o estreitamento da pesquisa visando analisar dados do mercado brasileiro de automação industrial podem ser visualizados, de maneira gráfica, na Figura 1.1:

Figura 1.1 – Recortes desta pesquisa



Fonte: elaborado pelo próprio autor

1.3 JUSTIFICATIVA

Reforça-se cada vez mais, desde a publicação do trabalho de Lorenz (1972), que o mundo é complexo, e evolui através de regras não-lineares onde pequenas alterações no estado inicial podem levar a situações imprevisíveis. Estas variações imprevisíveis de estados ocorrem não somente na meteorologia, como foi estudado por Lorenz, mas também no cotidiano das pessoas e das corporações.

De forma recorrente, diversas empresas passam por dificuldades em seus resultados que, em muitos casos, são atribuídas a situações não previstas. Uma vez que os métodos tradicionais de provisionamento de recursos e as ações táticas de emergência dependem de previsibilidade, a tratativa de situações caóticas são raramente inclusas na análise de risco. A falta de uma correta abordagem a estes fatores cria condições críticas de sustentabilidade das operações, levando a empresa a ter desde impactos leves em seus indicadores, a total inoperabilidade, desestruturação e até sua falência. Decisões tomadas sem o devido preparo dos responsáveis, sem dados corretos, e sem uma análise detalhada de suas possíveis consequências, podem comprometer resultados financeiros, perdas e consequências secundárias, como a redução do quadro de funcionários. Basta pensar na quebra da cadeia logística de fornecimento de um insumo estratégico dada a decisão de não

manter ativo um canal secundário de entrega de material (redundância), por exemplo, por decisão de reduzir custos.

Percebe-se então que, mesmo em se tratando de algo bastante comum, os conceitos de complexidade e caos são, em muitas vezes, ignorados pelos executivos e tomadores de decisões gerenciais. Esta afirmativa é o principal **PRESSUPOSTO TEÓRICO** desta pesquisa, e o estudo destas situações é, portanto, importante para aprimorar as técnicas de gestão e aumentar a resistência e estabilidade das corporações.

1.4 CONTRIBUIÇÃO

A pesquisa contribui para o campo da gestão e estratégia corporativa ao investigar, através de um estudo de caso único, como elementos conceituais das Teorias do Caos e da Complexidade podem influenciar a tomada de decisão de gestores atuantes no setor brasileiro de automação industrial. Diferentemente de abordagens predominantemente conceituais e teóricas sobre caos e complexidade na administração, este estudo desloca o foco para a análise da prática organizacional cotidiana, examinando como executivos tomam decisões em ambientes caracterizados por incerteza, não-linearidade, interdependência sistêmica e imprevisibilidade.

A principal contribuição desta pesquisa será construída a partir da análise de possíveis impactos oriundos de situações complexas e imprevisíveis, descritas pelas Teorias do Caos e da Complexidade, trazendo uma nova visão interpretativa para gestores e tomadores de decisão. Em vez de tratar o ambiente empresarial como um sistema previsível e linear (o que difere da realidade), o estudo analisa a perspectiva de sistemas dinâmicos e não lineares, onde pequenas variações podem gerar grandes impactos (Lorenz, 2005) e onde a evolução e adaptação contínua é crucial para a sustentabilidade organizacional.

Através do estudo de caso único, que usou um roteiro de entrevistas semiestruturadas como instrumento de coleta, a pesquisa descreve, na prática, a percepção dos executivos, gestores e tomadores de decisão quanto ao tema, permitindo uma análise contextualizada da realidade do setor brasileiro de automação industrial. Por fim, ao questionar aos entrevistados sobre a criação de novos processos para mitigar os problemas identificados na gestão e tomada de decisão, a dissertação contribui não apenas para o avanço teórico, mas também para a prática

gerencial. Gestores poderão utilizar os resultados desta pesquisa como um ponto de partida para novos estudos, os quais podem, por exemplo, desenvolver novos métodos e procedimentos para aprimorar suas práticas gerenciais, tornando suas organizações mais preparadas para lidar com a volatilidade e complexidade do ambiente de negócios.

1.5 ESTRUTURA DA PESQUISA

A presente pesquisa está estruturada em capítulos que abordam desde a introdução e fundamentação teórica até os métodos, análise de dados e conclusões. O corpo principal do trabalho é dividido conforme descrito abaixo:

- Capítulo 1 INTRODUÇÃO:
  O capítulo inicial estabelece o contexto da pesquisa, apresentando o tema e a relevância das Teorias do Caos e da Complexidade no ambiente corporativo moderno, marcado pela incerteza, não-linearidade e imprevisibilidade, como ilustrado pelo "Efeito Borboleta" (Lorenz, 1972). São detalhados o Problema de Pesquisa central, o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos do estudo. A Justificativa do trabalho realça a importância de estudar a complexidade e o caos, frequentemente ignorados pelos executivos, para aprimorar a gestão e aumentar a resiliência das corporações. A contribuição da pesquisa é apresentada, destacando sua visão inovadora para a gestão estratégica em cenários complexos e sua aplicabilidade prática no setor de automação industrial brasileiro.

- Capítulo 2 REFERENCIAL TEÓRICO:
  Este capítulo constitui a base teórica da pesquisa. Ele se fundamenta em dois pilares principais: as Teorias do Caos e da Complexidade, e a teoria de Tomada de Decisão. Uma das seções explora o Caos e a Teoria do Caos, abordando sua origem e evolução, e seus princípios fundamentais, como sensibilidade às condições iniciais (Efeito Borboleta) e atratores estranhos. Adiante, o texto trata da Complexidade e da Teoria da Complexidade, distinguindo-a do caos e descrevendo suas características.

Uma outra seção discute a Tomada de Decisão, sua importância na administração, os tipos de decisões (estratégicas, administrativas, operacionais), os elementos envolvidos e o processo decisório, bem como as limitações da racionalidade e a influência organizacional (racionalidade limitada). Por fim, o capítulo apresenta o mercado de Automação Industrial no Brasil, contextualizando a pesquisa no setor de Indústria de Transformação.

- Capítulo 3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS:
  Este capítulo é dedicado a detalhar os procedimentos metodológicos empregados na pesquisa e algumas das ferramentas utilizadas para a elaboração do mesmo. As secções descrevem o tipo de pesquisa, abordam a coleta e tratamento de dados, explicando a utilização do processo de entrevista semiestruturada, apresentam brevemente o Roteiro de Entrevista, alinhado aos objetivos da pesquisa, destacam a Matriz de Amarração, descrevem a busca por literatura, incluindo a realização de uma Revisão Sistemática Qualitativa de Literatura com Meta-síntese seguindo as diretrizes PRISMA.

- Capítulo 4 ANÁLISE DOS DADOS:
  Neste capítulo o autor traz o resultado da pesquisa de campo realizada, fazendo conexões com o Referencial Teórico sempre que possível. O intuito destas conexões é o de embasar os resultados obtidos, após seu tratamento, com teorias e pesquisas já realizadas, a fim de descrever e aprofundar a compreensão das possíveis implicações das teorias estudadas nas tomadas de decisão gerenciais das empresas do setor brasileiro de Automação Industrial.

- Capítulo 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:
  No capítulo final, o estudo apresenta a síntese dos principais resultados e descobertas do estudo, reforçando a relevância e justificativa da pesquisa, além de indicar futuras direções de estudo. São apresentados, de forma clara e concisa, os principais argumentos, a tese defendida e o que a

pesquisa contribuiu para o conhecimento público. Inclui-se neste capítulo o resumo das principais descobertas oriundas das análises dos resultados da pesquisa de campo, possíveis contribuições acadêmicas e profissionais, expandindo ou questionando conhecimentos prévios, as limitações da pesquisa em si, reconhecendo possíveis falhas ou vieses que possam ter influenciado os resultados, e ainda sugestões para futuras pesquisas, propondo possíveis áreas de investigação não estudas neste trabalho. Não menos importante, o capítulo se encerra com as considerações finais sobre a relevância do estudo, o impacto das descobertas e as implicações para a prática ou para a teoria.

O trabalho termina apresentando suas Referências Bibliográficas, que lista todo o material usado direta e indiretamente pelo autor para compor estre estudo, contribuindo principalmente para o desenvolvimento da Introdução, do Referencial Teórico e dos Procedimentos Metodológicos aplicados. O apêndice inclui materiais suplementares que auxiliam na compreensão do estudo, como o roteiro de entrevistas semiestruturadas. Por fim os anexos contêm documentos de referência adicionais, como o Checklist e o Modelo de Diagrama de Fluxo das diretrizes PRISMA e informações sobre o Caos desde os tempos da Mitologia Grega.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Referencial Teórico desta pesquisa possui dois grandes recortes, sendo o primeiro os fundamentos da Teoria do Caos e Complexidade. O segundo fala sobre a teoria de Tomada de Decisão. Por fim serão analisados os trabalhos e publicações acadêmicas que tratam da interseção dos dois pilares, ou seja, a tomada de decisão em ambientes complexos.

2.1 CAOS E A TEORIA DO CAOS

2.1.1 Origem e Evolução

Biswas, Hasan e Bala (2018) e Mashuri et al (2024) atribuem a origem da palavra moderna caos ao termo grego “*khaos*”, que significa “vazio”, sendo visto pela mitologia grega como o início de tudo, o “nada” que antecedeu a existência do próprio cosmos, dos deuses e dos seres. Eles ainda complementam que sua definição moderna pode ser dada como “o estado de confusão da previsibilidade de comportamento de um sistema natural complexo”.

A Teoria do Caos é um dos ramos da Teoria dos Sistemas Dinâmicos, nome mais popular para outas designações dos estudos de situações complexas e não-lineares, como “Nova Matemática da Complexidade”, "Dinâmica dos Sistemas", "Dinâmica Complexa" ou "Dinâmica não-Linear". É útil ter sempre em mente o fato de que as Teoria dos Sistemas Dinâmicos, assim como a Teoria do Caos, não é uma teoria dos fenômenos físicos, mas sim, uma teoria matemática cujos conceitos e técnicas são aplicados a uma ampla faixa de fenômenos deterministas e instáveis (Capra, 1998).

Estes estudos têm fundamentação nos trabalhos do matemático francês Jules Henri Poincaré, no fim do século XIX. Poincaré foi o precursor dos estudos sobre sistemas de comportamento caótico, desorganizado, não-periódico e irregular, além de ser o autor do “Problema dos três Corpos” – famoso enunciado utilizado para explicar tais sistemas e provar ser impossível prever a posição exata de três corpos celestes quando estes interagem entre si através das forças gravitacionais. Os principais pesquisadores modernos destas teorias utilizam os nomes de Teorias do Caos e Teoria da Complexidade para definir e estudar as características dos sistemas complexos, não-adaptativos e adaptativos, respectivamente (Barbosa e Crispim, 2006).

Nas décadas de 1960 e 1970, a partir do desenvolvimento de poderosos computadores, a teoria dos sistemas não-lineares, ou complexos, torna-se uma área de pesquisa em franca ascensão ligada a diversos campos tradicionais da ciência: matemática, informática, física, química, biologia, sismologia, ecologia, economia, sociologia entre outros. Nesta época, surgem os trabalhos pioneiros de Edward Lorenz, um meteorologista que descobriu a sensibilidade dos sistemas climáticos a pequenas variações nas condições iniciais, fenômeno popularmente conhecido como "efeito borboleta" (Lorenz, 1963). Durantes seu trabalho em criar modelos matemáticos para uso na previsão meteorológica, ele percebeu que a substituição de algarismos após a 4ª casa decimal de variáveis de entrada resultava em previsões completamente distintas. Ou seja, uma diferença inicial de décimo de milésimos, que poderia ser ignorada aos olhos de alguns, gerava valores tão diferentes que mudavam toda a análise de seu sistema. Este ocorrido trouxe à tona a percepção da sensibilidade aos valores iniciais de entrada, que é uma das características de um sistema caótico e de difícil previsibilidade.

Também de acordo com Biswas, Hasan e Bala (2018), a teoria do caos é uma das teorias fundamentais em nossas vidas. É o estudo de sistemas dinâmicos complexos e não lineares. É um ramo da matemática que lida com sistemas que parecem ser determinísticos (que têm seus resultados conhecidos e replicados, desde que as entradas deste sistema possam ser rigorosamente repetidas), mas, na verdade, abrigam comportamentos caóticos. Ele também lida com sistemas que parecem caóticos, mas, na verdade, têm certa ordem. Em outras palavras, a natureza determinística desses sistemas não os torna previsíveis, uma vez que existe uma dependência extremamente elevada das variáveis de entrada e é muito difícil mantê-las constantes em todos os momentos. A natureza é altamente complexa, e a única previsão que você pode fazer é que ela é imprevisível. A Teoria do Caos conseguiu capturar um pouco a beleza do imprevisível e exibi-la nos padrões mais impressionantes. A natureza, quando vista com os olhos certos, apresenta-a como uma das obras de arte mais fabulosas de todos os tempos. Por fim, Lartey (2020), Levy (1994) e Lorenz (2005) concluem que a Teoria do Caos estuda sistemas dinâmicos caracterizados por não linearidade, iterações complexas e evolução dinâmica ao longo do tempo. Isso sugere que uma pequena mudança na condição inicial de um sistema dinâmico não-linear pode resultar em resultados inesperados, tornando os sistemas dinâmicos difíceis de prever.

2.1.2 Princípios Fundamentais

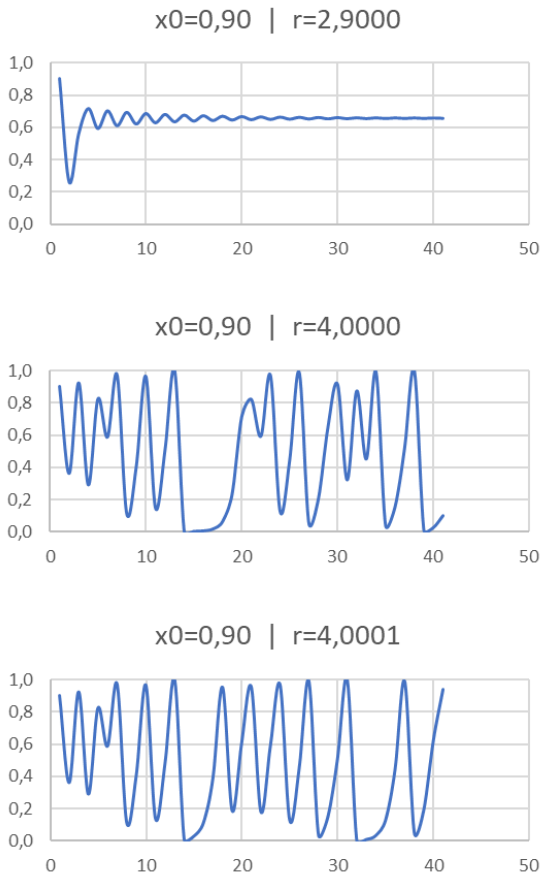
Morin (2007) afirma que sistemas complexos possuem interações cujos resultados não podem ser facilmente explicados ou previstos, uma vez que tais interações sofrem constantes mudanças. Sendo assim, trata-se de algo com baixa probabilidade de previsão quando simulado ou analisado. Ainda de acordo com Morin (2007), a Complexidade é um fenômeno quantitativo devido à imensa quantidade de interações e interferências entre um número muito grande de unidades, e compreende incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios, portanto, relaciona-se com a ideia de acaso. Um dos problemas causados pela imprevisibilidade em sistemas complexos, é o surgimento de consequências involuntárias ou indesejadas. Isso pode ocorrer, por exemplo, quando nem todas as variáveis deste sistema foram analisadas ou inclusas numa simulação, fazendo com que o resultado seja algo totalmente inesperado.

Adicionalmente, Lorenz (2005) apresenta alguns conceitos e princípios importantes para a completa compreensão do tema. Uma sequência determinística é aquela em que apenas uma coisa pode acontecer a seguir, isto é, sua evolução é governada por leis precisas e determinadas. A aleatoriedade, ou o aleatório, no sentido mais amplo é, portanto, idêntica à ausência de determinismo. Voltando ao caos, podemos descrevê-lo como um comportamento determinístico, mesmo que não pareça determinístico. Lorenz (2005) ainda aponta que outro fator presente em sistemas caóticos é a dependência e a alta sensibilidade aos valores das variáveis de entrada, que implica mais do que um mero aumento na diferença entre dois estados, à medida que cada um evolui com o tempo. Pode haver sistemas determinísticos nos quais a diferença inicial de uma unidade entre dois estados acabará por aumentar para cem unidades sua saída, ao mesmo tempo que uma diferença inicial de um centésimo acabará por aumentar para cem unidades também, embora inevitavelmente consuma mais tempo. Da mesma forma, haverá outros sistemas determinísticos nos quais uma diferença inicial de uma unidade aumentará para cem unidades, mas uma diferença inicial de um centésimo de uma unidade aumentará apenas para uma unidade. Este é um exemplo de não-linearidade – outra característica presente em sistemas complexos e caóticos, explicado por Lorenz (2005). Um processo linear é aquele em que, se uma mudança em qualquer variável em algum momento inicial produz uma mudança na mesma ou em alguma outra

variável em algum momento posterior, uma mudança duas vezes maior no mesmo tempo inicial produzirá uma mudança duas vezes maior no mesmo momento posterior. Você pode substituir "metade" ou "cinco vezes" ou "cem vezes" por "duas vezes", e a descrição permanecerá válida. Segue-se que, se os valores posteriores de qualquer variável forem plotados em relação aos valores iniciais associados de qualquer variável em papel milimetrado, os pontos estarão em uma linha reta - daí o nome. Um processo não linear é simplesmente aquele que não é completamente linear, ou seja, que não segue uma equação simples de primeiro grau.

A Figura 2.1 apresenta os resultados da simulação da equação de Lorenz, descrita como $[X_{t+1} = r.X_t.(1 - X_t)]$, e aplicada para simular o aumento da população de peixes de um lago. Nota-se a grande amplitude da variável de saída (x em t+1), dadas pequenas alterações das variáveis de entrada iniciais (x em t=0 e r).

Figura 2.1 – Simulação da equação de Edward Lorenz

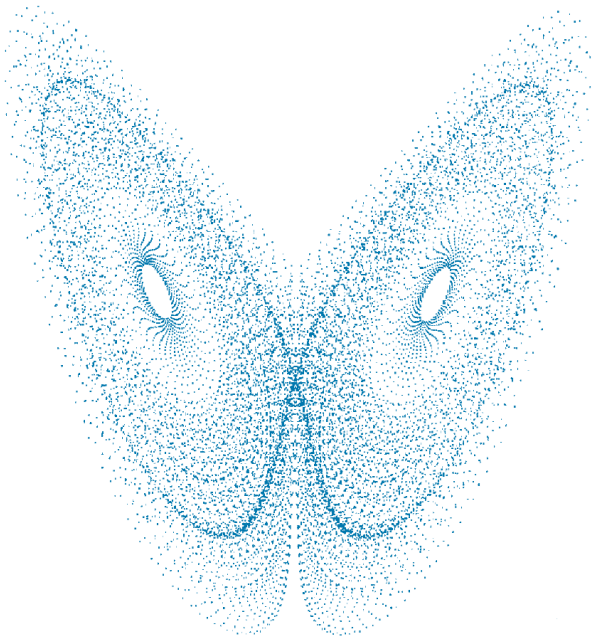


Fonte: elaborado pelo próprio autor, adaptado de Lorenz (2005)

Em resumo, de acordo com os autores citados, a Teoria do Caos estuda o comportamento de sistemas dinâmicos não-lineares, caracterizados pela imprevisibilidade e sensibilidade às condições iniciais. Os princípios fundamentais incluem:

a) Sensibilidade às condições iniciais: pequenas variações nas condições iniciais de um sistema podem resultar em grandes diferenças no comportamento a longo prazo (Lorenz, 2005).
b) Atratores estranhos: sistemas caóticos tendem a evoluir de maneira que seus estados se agrupam em um conjunto de pontos conhecido como atrator estranho (Lorenz, 2005). A Figura 2.2 é um exemplo gráfico onde se nota perfeitamente o conceito de atratores estranhos;
c) Autossimilaridade: muitos sistemas caóticos exibem propriedades fractais, onde padrões semelhantes se repetem em diferentes escalas (Mandelbrot, 1983).

Figura 2.2 – A Borboleta, um exemplo de atratores estranho.



Fonte: Lorenz (2005)

O termo “Cisne Negro” foi citado inicialmente por Taleb (2015) baseado em uma crença de que só havia cisnes brancos no mundo, o que logo deixou de ser uma verdade, quando percebeu-se que havia cisnes negro na Austrália, logo após seu

descobrimento. Assim, Taleb utiliza esta estória para exemplificar como processos preditivos se baseiam em conhecimentos existentes, sem considerar eventos que não podem ser previstos e que podem causar um impacto extremo – assim como descrito na Teoria do Caos. Após este achado, considerando-se as possibilidades de ocorrência de “cisnes negros”, Taleb (2015) criou então o termo “Antifrágil”, que pode ser identificado como forte ou resiliente, e ser utilizado em situações da gestão corporativa, assim como em diversas outras áreas do conhecimento.

2.2 COMPLEXIDADE E A TEORIA DA COMPLEXIDADE

Depois de entender um pouco mais sobre Caos e a Teoria do Caos, será necessário falar de Complexidade da Teoria da Complexidade. O estudo de Barbosa e Crispim (2006) relata que a partir da teoria dos sistemas dinâmicos ficou demonstrado que os sistemas complexos formam a maioria dos sistemas encontrados na natureza e nas sociedades, como por exemplo: o tráfego numa rodovia, as atividades dos neurônios no cérebro, as funções fisiológicas na saúde ou doença, fenômenos climáticos e geológicos, o funcionamento de uma sociedade ou de uma organização, etc. Esses sistemas complexos não podem ser compreendidos e tratados pelos pressupostos das ciências clássicas. Os autores trazem também a consolidação de outros trabalhos, os quais alegam que vivemos dentro de sistemas e somos influenciados por eles. O mundo funciona como um conjunto de sistemas complexos se movendo de forma a se organizar automaticamente, exibindo características que emergem da interação entre as partes de cada sistema e entre esses próprios sistemas. As estruturas socioeconômicas, tais como as organizações e os mercados, são sistemas complexos adaptativos devido aos seguintes fatores:

a) são sistemas, isto é, agrupamentos de partes que interagem entre si com um propósito e em permanente relação de interdependência com o ambiente (Parker e Stacey, 1995 *apud* Barbosa e Crispim, 2006).

b) são formados por vários agentes adaptativos (partes) que interagem entre si e estão dentro de um meio ambiente constituído por outros sistemas com os quais mantêm intercâmbio de energia e/ou informação (Phelan, 1995 *apud* Barbosa e Crispim, 2006).

c) são dinâmicos, pois estão em evolução constante, isto é, o tempo é uma variável do sistema. Uma das características das organizações é a sua adaptação e aprendizado, que ocorrem o tempo todo com o ambiente, a consequência é uma constante evolução, isto é, as organizações como os sistemas complexos adaptativos mudam ao longo do tempo à medida que evoluem e interagem com o ambiente (Stacey, 1998; Nussenzveig, 1999; Gleiser, 2002 *apud* Barbosa e Crispim, 2006).

d) são sistemas não-lineares devido à presença simultânea, nas suas múltiplas interações e retroações entre suas partes e o ambiente, de feedbacks positivos e negativos gerando um estado de desequilíbrio. Devido a estes feedbacks, os sistemas respondem de forma irregular, ampliada e inesperada às mudanças no seu interior e/ou no ambiente, quebrando os vínculos entre causa e efeitos precisos. As organizações e os mercados não funcionam segundo linhas retas (Parker e Stacey, 1995; Daft e Lengel, 2001 *apud* Barbosa e Crispim, 2006).

e) são adaptativos porque seus vários agentes (partes) modificam suas ações em função dos eventos gerados no processo de interação. Como por exemplo: um conjunto de empresas, cada uma das quais procurando alcançar vantagem competitiva sobre as restantes e que vão ajustando as suas estratégias a esse objetivo (Phelan, 1995 *apud* Barbosa e Crispim, 2006).

A Teoria da Complexidade, de acordo com Lartey (2020), é uma técnica que simplifica a explicação e análise de sistemas complexos. Sistemas complexos são sistemas dinâmicos não lineares feitos de muitos componentes ou subunidades em interação, assim como no caso da Teoria do Caos. Ao contrário dos sistemas simples que têm poucas partes interagindo com base em leis simples, os sistemas complexos têm muitas partes independentes e interagindo desempenhando juntas uma função complexa que nenhuma parte pode executar singularmente. O autor ainda traz outra definição em seu texto, afirmando que:

> “Assim como a teoria do caos, a teoria da complexidade exibe muitas características diferentes. Alguns desses conceitos-chave incluem não linearidade, dinamismo, feedback, auto-organização, emergência e adaptabilidade. Muitas dessas características são análogas às dos sistemas caóticos, mas existem diferenças que tornam os dois sistemas separados um do outro.”

Taleb (2015) também contribui de forma relevante ao distinguir risco mensurável de incerteza. Enquanto o risco pode ser estimado probabilisticamente, a incerteza envolve eventos imprevisíveis de grande impacto, os chamados “Cisnes Negros”. Esses eventos não apenas escapam à modelagem estatística tradicional, como desafiam modelos estratégicos baseados em projeções lineares. A noção de antifragilidade (Taleb, 2015) amplia essa perspectiva ao afirmar que alguns sistemas não apenas resistem diante de uma situação complexa, mas se fortalecem a partir dele. Aplicada ao contexto organizacional, a antifragilidade sugere estruturas descentralizadas, redundâncias estratégicas e experimentação controlada como mecanismos adaptativos em ambientes complexos.

É importante ressaltar que a Teoria do Caos pode ser considerada parte da Teoria da Complexidade, pois a situação caótica é uma das diversas possibilidades dentro das situações complexas plausíveis. Como visto, a Teoria da Complexidade compreende principalmente os estudos de situações em que há imprevisibilidade (ou pode haver), com a interconexão de diversas variáveis simultaneamente (ou nem tantas). As situações caóticas também possuem a característica de serem imprevisíveis, principalmente em relação à quando vão ocorrer, e sua Teoria é muito reconhecida pela alta volatilidade de seus sistemas quanto a pequenas alterações na entrada. Entretanto, depois que se conhece o sistema em si, com suas equações e variáveis, seu resultado pode ser simulado, previsto e calculado.

Embora uma das teorias deste estudo possa estar contida dentro da outra, esta pesquisa indicará a existência das duas situações, e citará os dois títulos (Teoria do Caos e da Complexidade) deixando claro que se trata de dois conceitos distintos, uma vez que existem características específicas em cada uma delas que as definem de forma singular.

2.3 TOMADA DE DECISÃO

Herbert Simon (1997), em seu livro *Administrative Behaviour* inicia o primeiro capítulo de sua obra alegando que embora qualquer atividade prática envolva tanto

"decidir" quanto "fazer", não tem sido comumente reconhecido que uma teoria da administração deva se preocupar com os processos de decisão, bem como com os processos de ação. Ainda de acordo com ele, o processo de decisão não termina quando o objetivo geral de uma organização é determinado. A tarefa de "decidir" permeia toda a organização administrativa tanto quanto a tarefa de "fazer" - na verdade, está integralmente ligada a esta última.

Drucker (2011) afirma que pessoas eficazes não tomam muitas decisões, mas se concentram naquelas que são importantes. Eles tentam pensar no que é estratégico e genérico, em vez de resolver problemas. Eles tentam tomar as poucas decisões importantes no mais alto nível de compreensão conceitual. Eles tentam encontrar as constantes em uma situação. Este autor escreveu muitos artigos e livros sobre temas gerais de gestão de empresas, concentrando alguns de seus capítulos para falar sobre tomada de decisão. Ainda de acordo com ele, gestores não valorizam a velocidade na tomada de decisões, pois na verdade querem entender o contexto da decisão a ser tomada e quais são as realidades subjacentes que ela deve satisfazer – eles querem impacto em vez de técnica; eles querem ser sólidos em vez de inteligentes.

Em seu artigo, Harrison (2000) define decisão como "um momento em um processo contínuo de avaliação de alternativas para atingir um objetivo, no qual as expectativas sobre um determinado curso de ação impelem o tomador de decisão a selecionar o curso de ação com maior probabilidade de resultar na consecução do objetivo". Sobral et al. (2022) afirmam que o estabelecimento de previsões e monitoramento de riscos, são abordados através das funções clássicas de gestão, em temos que organizar, formar equipe, dirigir, controlar e planejar; e ainda conforme Ansoff (1973, p.106) *apud* Sobral *et al.* (2022), o processo de gestão das empresas deve considerar três tipos de decisões distintas:

1) Estratégicas: voltadas a problemas externos, mas especificamente relacionadas com escolha de produtos e mercados;
2) Administrativas: preocupam-se com a estruturação dos recursos da empresa de modo a criar possibilidade de execução com os melhores resultados;
3) Operacionais: estão ligados à obtenção de indicadores desejados.

Neste estudo, a fim de simplificar o texto e unificar a definição de conceitos, o termo “Decisão gerencial” representará o conjunto de decisões Administrativas e Operacionais. Uma teoria geral de administração deve incluir princípios de organização que garantam a tomada de decisão correta, assim como deve incluir princípios que garantam uma ação eficaz (Simon, 1997). Este autor, através de seu mais famoso estudo, denominado a Teoria da Decisão, introduziu o conceito de “Limitação da Racionalidade”, reconhecendo as restrições inerentes às capacidades cognitivas e ao ambiente em constante mudança que influenciam nossas escolhas, e utilizou. Este estudo foi também utilizado como base para explicar o comportamento humano nas organizações. A Teoria Comportamental, também de Simon, concebe a organização como um sistema de decisões. Nesse sistema, cada pessoa participa racional e conscientemente, escolhendo e tomando decisões individuais a respeito de alternativas racionais de comportamento. Assim, a organização está permeada de decisões e ações. Ainda, de acordo com o autor citado, a decisão é o processo de análise e escolha entre as alternativas disponíveis de cursos de ação que a pessoa deverá seguir, sendo que toda decisão envolve seis elementos:

a) Tomador de decisão: é a pessoa que faz uma escolha ou opção entre várias alternativas futuras de ação;
b) Objetivos: são os objetivos que o tomador de decisão pretende alcançar com suas ações;
c) Preferências: são os critérios que o tomador de decisão usa para fazer sua escolha;
d) Estratégia: é o curso de ação que o tomador de decisão escolhe para atingir seus objetivos. O curso de ação é o caminho escolhido e depende dos recursos de que pode dispor;
e) Situação: são os aspectos do ambiente que envolvem o tomador de decisão, alguns deles fora do seu controle, conhecimento ou compreensão e que afetam sua escolha;
f) Resultado: é a consequência ou resultado de uma dada estratégia;

Simon (1997) também explica que o processo decisório é complexo e depende das características pessoais do tomador de decisões, da situação em que está envolvido e da maneira como percebe a situação, e tal processo exige sete etapas:

1. percepção da situação que envolve algum problema;
2. análise e definição do problema;
3. definição dos objetivos;
4. procura de alternativas de solução ou de cursos de ação;
5. escolha da alternativa mais adequada ao alcance dos objetivos;
6. avaliação e comparação das alternativas;
7. implementação da alternativa escolhida.

O mesmo autor também esclarece que o processo decisório permite solucionar problemas ou defrontar-se com situações, mas existem subjetividade nas decisões individuais:

1. Racionalidade limitada: ao tomar decisões, a pessoa precisaria de um grande número de informações a respeito da situação para que pudesse analisá-las e avaliá-las. Como isso está além da capacidade individual de coleta e análise, a pessoa toma decisões por meio de pressuposições, isto é, de premissas que ela assume subjetivamente e nas quais baseia a sua escolha. As decisões relacionam-se com uma parte da situação ou com apenas alguns aspectos dela;

2. Imperfeição das decisões: não existem decisões perfeitas, apenas umas são melhores do que outras quanto aos resultados reais que produzem. Para proceder de maneira racional nas suas ações, a pessoa precisa escolher, entre as diferentes alternativas, as que se diferenciam pelos seus resultados; estes, por sua vez, devem estar ligados aos objetivos que a organização pretende atingir. O processo decisório racional implica a comparação de caminhos (cursos de ação) por meio da avaliação prévia dos resultados decorrentes de cada um e do confronto entre tais resultados e os objetivos que se deseja atingir. O critério norteador na decisão é a eficiência, isto é, a obtenção de resultados máximos com recursos mínimos;

3. Relatividade das decisões: no processo decisório, a escolha de uma alternativa implica a renúncia das demais alternativas e a criação de uma

sequência de novas alternativas ao longo do tempo. A esses leques de alternativas em cada decisão dá-se o nome de árvore de decisão. Toda decisão é, até certo ponto, uma acomodação, pois a alternativa escolhida jamais permite a realização completa ou perfeita dos objetivos visados, representando apenas a melhor solução encontrada naquelas circunstâncias. A situação do meio ambiente limita as alternativas disponíveis, estabelecendo o nível que se pode atingir na consecução de um objetivo. Esse nível nunca é ótimo, mas apenas satisfatório;

4. Hierarquização das decisões: o comportamento é planejado quando é guiado por objetivos e é racional quando escolhe as alternativas adequadas à consecução dos objetivos. Há uma hierarquia para distinguir o que é um meio e o que é um fim. Os objetivos visados pelas pessoas obedecem a uma hierarquia, na qual um nível é considerado fim em relação ao nível mais baixo, e é considerado meio em relação ao de ordem maior.

5. Racionalidade administrativa: há uma racionalidade no comportamento administrativo, pois é planejado e orientado no sentido de alcançar objetivos da maneira mais adequada. Os processos administrativos são basicamente processos decisórios, pois são formados pela definição de métodos rotineiros para selecionar e determinar os cursos de ação adequados, e pela comunicação às pessoas por eles afetadas.

6. Influência organizacional: a organização retira de seus participantes a faculdade de decidir sobre certos assuntos e a substitui por um processo decisório próprio, previamente estabelecido e rotinizado. As decisões que a organização toma pelo indivíduo são:
    a) Divisão de tarefas: a organização limita o trabalho de cada pessoa para certas atividades e funções específicas, que são seus cargos;
    b) Padrões de desempenho: a organização define padrões que servem de guia e orientação para o comportamento racional das pessoas e para a atividade de controle pela organização;

c) Sistemas de autoridade: a organização influencia e condiciona o comportamento das pessoas por meio da hierarquia formal e do sistema informal de influência das pessoas;
d) Canais de comunicação: a organização proporciona todas as informações vitais no processo decisório das pessoas;
e) Treinamento e doutrinação: a organização treina e condiciona nas pessoas os critérios de decisão que ela pretende manter.

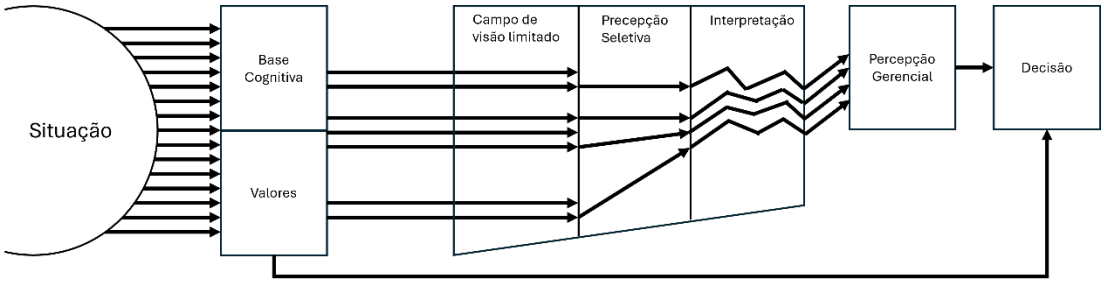
De acordo com Hambrick e Mason (1984), no caso de decisões com grande componente comportamental, elas, em certa medida, refletem as idiossincrasias de tomadores de decisão. Cada tomador de decisão traz seu próprio conjunto de verdades para uma situação. Esses dados refletem o conhecimento cognitivo do tomador de decisão, abseado em:

a) conhecimento ou suposições sobre eventos futuros;
b) conhecimento de alternativas; e
c) conhecimento das consequências associadas a alternativas.

Tais verdades refletem os valores dos tomadores e decisão, e acabam definindo as priorização das alternativas de acordo com sua preferência, e estão presentes ao mesmo tempo em que o tomador de decisão está exposto a estímulos internos e externos da organização. Adicionalmente, concluem Hambrick e Mason (1984), as verdades distorcem a percepção do tomador de decisão sobre a sitação, e o que deve ser feito a respeito.

Como apresentado na Figura 2.3, a situação enfrentada pelo tomador de decisão é complexa e composta de mais fenômenos do que ele pode compreender. O decisor se utiliza da base cognitiva e valores próprios para a tomada de decisão, que criam uma lente entre a situação real e sua eventual percepção.

Figura 2.3 – Diagrama de decisão sob condições de racionalidade limitada



Fonte: adaptado de Hambrick e Mason (1984)

Embora mais aplicado para gestão de risco de ativos, Damodaran (2009) apresenta algumas abordagens probabilísticas de suporte à tomada de decisão, e de acordo com este autor, com o uso de três diferentes técnicas (análise de cenários, árvores de decisão e simulação), não apenas estimamos um resultado, como também obtemos a sensibilidade da gama de possíveis desfechos, entre diferentes cenários, favoráveis e desfavoráveis. Estas abordagens podem ser adotadas em casos de necessidade de tomada de decisão em situações complexas.

2.3.1 Tomada de Decisão em ambientes complexos

Neste contexto de complexidade, Platt e Huettel (2008) utilizam a definição de incerteza que é descrita como o estado psicológico em que um tomador de decisão não possui conhecimentos sobre quais serão os resultados provenientes de determinada escolha.

O artigo de Hambrick e Fredrickson (2005) propõe que a estratégia corporativa consiste em escolhas intencionais, bem embasadas e integradas, ou seja, decisões consistentes e assertivas. Bayo (2022), afirma que a competência para tomar decisões de qualidade e sustentáveis está diretamente associada à habilidade dos gestores em alcançar metas e o principal objetivo organizacional, que é obter lucro. Sendo assim, a falha em tomar boas decisões estratégicas afeta o resultado destas metas e o atingimento de objetivos. Ainda segundo o autor, a estrutura de uma organização se torna mais complexa à medida que cresce ou se expande, principalmente por atuar em ambientes com maior grau de incerteza. As decisões se

tornam cada vez mais complicadas, e, portanto, mais difíceis de tomar. Entretanto, de acordo com a perspectiva da escolha estratégica, é possível alcançar um modelo razoável de tomada de decisão que auxilie organizações e gestores a tomarem decisões úteis, independentemente de seu nível hierárquico ou função.

De acordo com Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000), os pesquisadores gerenciais foram especialmente estimulados pela brilhante obra de Herbert Simon de 1947, um cientista político que recebeu o Prêmio Nobel de Economia em 1978. Simon popularizou a noção de que o mundo é grande e complexo, ao passo que, em comparação, o cérebro humano e sua capacidade de processamento de informações são altamente limitados. Assim, a tomada de decisão torna-se menos racional e mais um esforço, em vão, para ser racional. Em seu livro, Mintzberg, Ahlstrand e Lampel (2000) dedicam uma seção específica à aplicação da Teoria do Caos na administração estratégica, relacionando-a diretamente à Tomada de Decisão em ambientes imprevisíveis. De acordo com eles:

> " A abordagem tradicional à gerência levou à ênfase sobre controle, ordem e previsibilidade. Caos e desordem têm sido vistos como prejudiciais à própria noção de organização, como forças destrutivas a serem restringidas.".

Entretanto, ainda de acordo com os autores, estudiosos do tema afirmam que desordem e caos são propriedades intrínsecas, e não estranhas, às organizações – e que, na verdade, as constantes situações complexas que os gerentes combatem contêm importantes oportunidades criativas, que podem ser compreendidas e usadas em prol da melhoria contínua. Eles também citam alguns dos pressupostos teóricos desta pesquisa, em que se evidencia que planejamento a longo prazo é muito difícil em situações caóticas, já pequenas perturbações multiplicam-se ao longo do tempo devido a relações não-lineares. Alegam também que são necessárias diretrizes para se lidar com a complexidade e a incerteza e que é essencial a adoção de estratégias simplificadoras para orientar as decisões. Por fim, ainda é relevante citar que estes mesmos autores criticam o fato de que acreditamos que quanto mais informações tivermos, mais precisas serão as decisões. As evidências empíricas não apoiam essa crença. Na verdade, uma quantidade maior de informações pode nos iludir e aumentar nossa confiança de que estamos certos, sem melhorar necessariamente a precisão de nossas decisões. Na realidade, quando demasiadas, as informações encontradas em geral são redundantes e agregam pouco valor adicional.

O trabalho de Khosrowshahi e Howes (2005) destacam como a complexidade dos ambientes internos e externos das organizações e a natureza não estruturada tornam o processo decisório uma tarefa difícil de ser gerida de forma puramente racional. Alegam que o número de variáveis é tão grande, e seus efeitos tão variados, que qualquer tentativa de os encapsular de maneira racional pode, na verdade, prejudicar o processo de tomada de decisão.

Em seu artigo, Fredrickson e Mitchell (1984) evidenciam que modelos racionais de tomada de decisão não são adequadas para todas as situações, como a de instabilidade – um dos conceitos da complexidade. Na verdade, a literatura pesquisada por eles sugere uma relação inversa entre a abrangência da tomada de decisão e os resultados das tomadas de decisões racionais em ambientes instáveis.

Makridakis (1990 *apud* Mintzberg, 2000) consolidou uma lista de tendências na tomada de decisão, descritas por outros autores, como mostra a Quadro 2.1. Tais tendências incluem a busca por evidências que apoiem as crenças, a preferência por informações recentes, mais facilmente lembradas sobre informações anteriores, a tendência para confirmar um efeito causal entre duas variáveis que podem simplesmente ter uma correlação baixa, o poder do pensamento otimista, entre outras.

Turban (1993, apud Khosrowshahi e Howes, 2005) afirma que a escala da complexidade e quantidade de variáveis em torno da decisão são extremamente elevadas, e, por isso, algumas das suposições são mal definidas, e até possivelmente erradas. Para combater esses problemas, os gestores categorizam as decisões incertas em vários critérios, sendo a escolha da abordagem ligada ao conservadorismo dos tomadores de decisão:

a) Laplace, razão insuficiente para acreditar em contrário;
b) Minimax, tirando o melhor partido das piores condições possíveis;
c) Maximax, o melhor entre as melhores alternativas;
d) Savage, o melhor dos arrependimentos por não ter tomado as atitudes certas;
e) Hurwicz, apresentando uma variedade de atitudes que vão do otimista ao mais pessimista.

Quadro 2.1 – Tendências na tomada de decisões

Tipo de tendência	**Descrição da tendência**
Busca de evidências de suporte	Disposição para colher fatos que conduzem a certas conclusões e desprezar outros fatos que as ameaçam.
Inconsistência	Incapacidade para aplicar os mesmos critérios de decisão em situações semelhantes.
Conservadorismo	Incapacidade para mudar (ou mudar lentamente) a opinião à luz de novas informações/evidências.
Recentidade	Os eventos mais recentes dominam os menos recentes, que recebem menos importância ou são ignorados.
Disponibilidade	Basear-se em eventos específicos facilmente lembrados, excluindo-se outras informações pertinentes.
Ancoragem	As previsões são indevidamente influenciadas por informações iniciais que recebem mais peso no processo de previsão.
Correlações ilusórias	A crença de que os padrões são evidentes e/ou duas variáveis estão relacionadas por causalidade quando não estão.
Percepção seletiva	As pessoas tendem a ver problemas em termos de sua experiência anterior.
Efeitos de regressão	Aumentos persistentes [em algum fenômeno] podem-se dever a razões aleatórias, as quais, caso sejam verdadeiras, iriam elevar a probabilidade de um decréscimo subsequente. Por outro lado, decréscimos persistentes podem elevar as probabilidades de aumentos subsequentes.
Atribuição de sucesso e fracasso	O sucesso é atribuído às aptidões da pessoa e o fracasso à má sorte ou ao erro de outra. Isto inibe o aprendizado, pois não permite o reconhecimento dos próprios erros.
Otimismo injustificado	As preferências das pessoas por futuros resultados afetam suas previsões a respeito dos mesmos.
Subestimar a incerteza	Otimismo em excesso, correlação ilusória e a necessidade de reduzir a ansiedade resultam em subestimar a incerteza futura.

Fonte: Makridakis (1990 *apud* Mintzberg, 2000).

2.4 SÍNTESE

O referencial teórico apresentado demonstra a relevância da Teorias do Caos e da Complexidade como uma base para tomada de decisões gerenciais em corporações, caracterizadas por incerteza, não-linearidade e imprevisibilidade. A integração dos conceitos de caos e complexidade pode capacitar as organizações a navegar melhor em ambientes voláteis, mantendo a agilidade e a capacidade de adaptação necessárias para alcançar o sucesso sustentável, além de atingir melhores resultados nas decisões gerenciais.

Para compreender melhor o conteúdo do Referencial Teórico, o Quadro 2.1 apresenta e elucida os tópicos principais desta pesquisa, seus recortes, elementos, conceitos principais e os autores estudados.

Quadro 2.2 – Quadro sinótico de recortes, elementos e autores

Recortes	**Elementos Principais**	**Autores Principais**
Teoria do Caos	Sensibilidade às condições iniciais (Efeito Borboleta), comportamento determinístico, mas imprevisível, atratores estranhos, autossimilaridade (fractais) e eventos do tipo “Cisne Negro”.	Lorenz (1963, 1972, 2005), Poincaré (séc. XIX), Gleick (1987), Mandelbrot (1983), Taleb (2015), Estevão (2005).
Teoria da Complexidade	Sistemas Adaptativos Complexos (SAC), interdependência entre as partes, não-linearidade, *feedbacks* positivos e negativos (retroações), auto-organização, emergência e adaptabilidade.	Morin (2007), Barbosa e Crispim (2006), Lartey (2020), Stacey (2016), Capra (1998), Estevão (2005).
Interseção e Antifragilidade	Aplicação das teorias de sistemas dinâmicos à gestão de negócios para enriquecer o debate e gerar resiliência.	Taleb (2015), Anselmo (2005) e Olivo (2021).
Tomada de Decisão	Racionalidade Limitada, distinção entre decisões Estratégicas, Administrativas e Operacionais, elementos da decisão (tomador, objetivos, estratégias) e as 7 etapas do processo decisório.	Simon (1997), Drucker (2011), Ansoff (1973), Harrison (2000), Sobral et al. (2022) e Mintzberg (2000).

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Autores atuais têm reforçado a existência da incerteza estrutural como elemento constitutivo dos ambientes corporativos. Se as formulações clássicas da

Teoria do Caos e da Complexidade já indicavam a presença de não-linearidade e sensibilidade sistêmica, os debates mais recentes ampliam essa compreensão ao incorporar conceitos como incerteza, antifragilidade e necessidade de adaptação. Ou seja, com a contextualização do ambiente existente nas grandes corporações, a combinação entre as Teorias do Caos e da Complexidade e a Teoria da Decisão permite compreender a tomada de decisão gerencial como uma atividade que deve ocorrer (e ocorre) em ambientes complexos caracterizados por interdependência, não-linearidade e incerteza estrutural.

A Teoria do Caos demonstra que sistemas determinísticos podem apresentar comportamento imprevisível no longo prazo devido à sensibilidade às condições iniciais. Pequenas variações podem produzir efeitos desproporcionais, dificultando a previsibilidade estável de resultados. Já a Teoria da Complexidade amplia essa compreensão ao enfatizar que organizações operam como sistemas adaptativos compostos por múltiplos agentes interdependentes, cujas interações produzem situações que não podem ser facilmente explicadas através da análise isolada de suas partes.

Diante desse cenário, a tomada de decisão gerencial (e cotidiana) não ocorre em ambiente estável ou plenamente previsível, mas sob condições de elevada complexidade. Nesse ponto, a contribuição da Teoria da Racionalidade Limitada, proposta por Simon (1997), torna-se central. O autor argumenta que os decisores não dispõem de capacidade cognitiva, informacional ou temporal para processar todas as variáveis relevantes de uma situação. Assim, em vez de otimizar, os indivíduos analisam as variáveis possíveis, usam de sua experiência, criam comitês ou colegiados, para assim determinar a melhor alternativa dentro de suas restrições físicas e psicológicas.

A intersecção entre complexidade corporativa e racionalidade limitada produz uma condição estrutural que compromete a execução de decisões estruturadas e baseadas somente no racional. Em ambientes caóticos e não-lineares, onde causas e efeitos não mantêm proporcionalidade direta, a limitação cognitiva do decisor é ainda mais relevante, já que o número de variáveis, a interconexão e a possibilidade de situações imprevisíveis, tornam inviável qualquer pretensão de controle total ou previsão determinística. Ainda, de acordo com Simon (1997), a decisão gerencial pode ser compreendida como resultado da interação entre três dimensões fundamentais:

a. estrutura do ambiente (complexidade e não-linearidade);
b. estrutura cognitiva do decisor (racionalidade limitada);
c. dinâmica e flexibilidade organizacional (feedback e adaptação).

2.5 SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL NO BRASIL

De acordo com um artigo da CNN sobre o tema, a Automação Industrial (fonte: https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/automacao-industrial), é um conceito que faz referência a otimização de processos industriais por meio da tecnologia. Isso pode incluir o uso de softwares, máquinas automatizadas e hardwares, por exemplo. Isso aconteceu durante a Revolução Industrial, no século XIX. Na época, o objetivo era substituir mão-de-obra em tarefas repetitivas e aumentar a produtividade e a qualidade das indústrias. O impacto da automação industrial tornou-se mais visível com o desenvolvimento dos computadores, após a década de 1960. Com o tempo, a tecnologia mais primitiva evolui para controles automáticos e os instrumentos, antes analógicos, passam a utilizar sistemas inteligentes, que processam informações por meio de técnicas digitais.

A CNI (Confederação Nacional da Indústria) divide a indústria brasileira em três setores (fonte: https://perfilsetorialdaindustria.portaldaindustria.com.br):

a) Indústria Extrativista: atividades de extração de minerais em estado natural: sólidos, líquidos e gasosos. Inclui as atividades de beneficiamento associado à extração. São exemplos: extração de petróleo e gás, extração de minerais metálicos e não metálicos e serviços específicos ao setor;
b) Indústria da Transformação: atividades que envolvem a transformação física, química e biológica de materiais, substâncias e componentes com a finalidade de se obterem produtos novos. São exemplos: alimentos e bebidas, produtos têxteis e de vestimenta, papel e celulose, produtos químicos e farmacêuticos, metalurgia, itens elétricos e eletrônicos, máquinas e equipamentos industriais, automóveis, aeronáutica e serviços específicos ao setor;
c) Indústria da Construção: compreende a construção de edifícios em geral, obras de infraestrutura e os serviços especializados para construção que fazem parte do processo de construção. São exemplos: construção de edifícios, obras de infraestrutura e serviços específicos ao setor.

O recorte desta pesquisa foca principalmente na Indústria de Transformação, uma vez que o estudo proposto avaliará situações e decisões ocorridas em empresas que possuem foco em Automação Industrial dentro setor industrial.

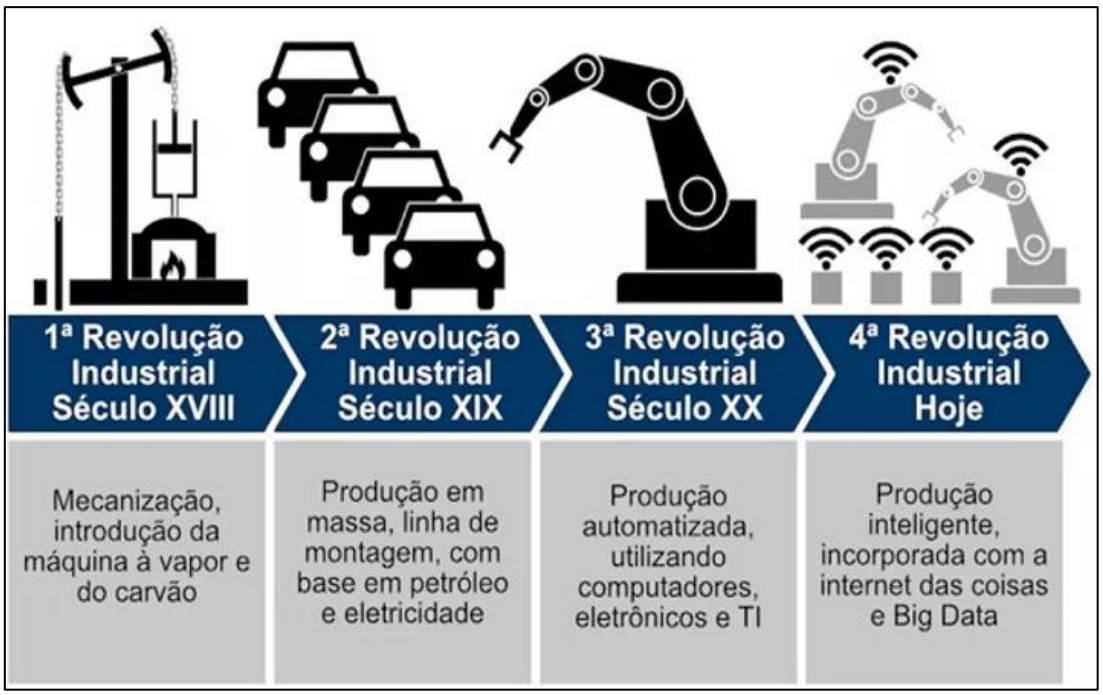
A Automação Industrial no Brasil tem se consolidado como um pilar fundamental para o aumento da produtividade, eficiência e competitividade das empresas. Com a crescente adoção de tecnologias oriundas da Indústria 4.0, o país busca modernizar seu parque fabril, integrando soluções digitais e automatizadas aos processos produtivos. Essa automação engloba as áreas mecânica, eletrônica e da tecnologia da informação (TI), responsáveis por desenvolver sistemas operacionais e soluções capazes de substituir ou otimizar atividades manuais. Hoje, tecnologias como a inteligência artificial e a Internet das Coisas têm ganhado destaque nesse contexto.

No Brasil, assim como em qualquer país, a transição para a Indústria 4.0 é feita através do desenvolvimento e aplicação de diversas tecnologias avançadas, tais como:

a) Internet das Coisas (IoT): permite a interconexão de dispositivos e sistemas, facilitando o monitoramento e controle em tempo real das operações industriais;
b) Computação em Nuvem: oferece escalabilidade e acesso remoto a sistemas e dados, facilitando a gestão e manutenção dos processos industriais;
c) Gêmeos Digitais (*Digital Twin*): modelagem para simulação de sistemas físicos em ambiente digital, com elevado nível de realidade, possibilitando prever o funcionamento de sistemas complexos em diversas situações, sendo utilizado para elaboração de projetos, ajustes de variáveis de operação e definição de variáveis críticas;
d) Inteligência Artificial (IA): utilizada para análise de dados, previsão de falhas e tomada de decisões automatizadas, aumentando a eficiência e reduzindo o tempo de inatividade;
e) Sistemas Ciberfísicos (metaversos): integram processos físicos e digitais, permitindo uma produção mais flexível e adaptável às demandas do mercado;

Essas tecnologias estão transformando as fábricas em ambientes mais inteligentes e conectados, capazes de responder rapidamente às mudanças do mercado, e a evolução das revoluções industriais pode ser vista na figura 2.4:

Figura 2.4 – As diferentes revoluções industriais ao longo do tempo.



Fonte: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-civil/industria-4-0

3 MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1 TIPOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Gil (2017), uma das maneiras mais tradicionais de classificação das pesquisas é a que estabelece duas grandes categorias.

a) pesquisa básica: reúne estudos que tem como propósito preencher uma lacuna no conhecimento.
b) pesquisa aplicada: abrange estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem.

Complementando esta definição, Nielsen, Olivo e Morilhas (2018) definem que a pesquisa básica se caracteriza por explorar um campo de conhecimento sem a preocupação de desenvolver aplicações imediatas para os conhecimentos desenvolvidos, enquanto a pesquisa aplicada tem o objeto de utilizar os conhecimentos desenvolvidos para a resolução de problemas específicos.

De volta a Gil (2017), ele indica a existência quatro categorias de classificação, seguindo o sistema proposto em 2008 pela *Adelaide University*, dentre os novos sistemas que vêm surgido nos últimos tempos:

a) Pesquisa básica pura: pesquisas destinadas unicamente à ampliação do conhecimento, sem qualquer preocupação com seus possíveis benefícios;
b) Pesquisa básica estratégica: pesquisas voltadas à aquisição de novos conhecimentos direcionados a amplas áreas com vistas à solução de reconhecidos problemas práticos;
c) Pesquisa aplicada. pesquisas voltadas à aquisição de conhecimentos com vistas à aplicação numa situação específica;
d) Desenvolvimento experimental: trabalho sistemático, que utiliza conhecimentos derivados da pesquisa ou experiência prática com vistas à produção de novos materiais, equipamentos, políticas e comportamentos, ou à instalação ou melhoria de novos sistemas e serviços;

Dadas as referências bibliográficas citadas acima, e salientando que a pesquisa proposta nesta dissertação tem o objetivo de realizar uma investigação no campo de estudo da administração de empresas para poder orientar decisões de natureza gerencial, como as tomadas de decisão, é correto então dizer que a mesma pode ser classificada como uma **PESQUISA APLICADA**, pois além de buscar entender as dificuldades e complexidades das operações corporativas, este trabalho também espera discutir possíveis métodos e processos para a aplicação das Teoria do Caos e Teoria da Complexidade na toma de decisão de gestores.

Para classificar de uma pesquisa segundo os métodos empregados, Gil (2017) define que é necessário saber como os dados foram obtidos, bem como os procedimentos adotados em sua análise e interpretação. Daí o surgimento de sistemas que classificam as pesquisas segundo a natureza dos dados (pesquisa quantitativa e qualitativa), o ambiente em que estes são coletados (pesquisa de campo ou de laboratório) e o grau de controle das variáveis (experimental e não experimental).

Nielsen, Olivo e Morilhas (2018) definem que a pesquisa qualitativa tem o objetivo de estudar um fenômeno, e sua interpretação, de modo aprofundado. Eles ainda complementam que este tipo de pesquisa tem como base a observação. Descrição, compreensão e busca de um significado, utilizando normalmente técnicas não numéricas. Dentro de uma pesquisa qualitativa, dados numéricos podem ser utilizados para auxiliar o estudo em segundo plano, como complemento das informações qualitativas obtidas. Por outro lado, os mesmos autores definem que uma pesquisa quantitativa tem o objetivo de explorar fenômenos em sua amplitude, onde se utilizam técnicas estatísticas para inferir os dados, uma vez que os elementos básicos deste tipo de pesquisa são números. O Quadro 3.1 apresenta alguns dos aspectos centrais das pesquisas qualitativas e quantitativas, comparando uma lista de suas características.

Quadro 3.1 – Características das pesquisas qualitativas e quantitativas

CARACTERÍSTICA	PESQUISA QUANTITATIVA	PESQUISA QUALITATIVA
Proximidade entre o pesquisador e o objeto pesquisado	Menor	Maior
Importância do contexto específico do objeto estudado	Menor	Maior
Número de fontes de dados / triangulação	Menor	Maior
Papel ativo de pesquisador na coleta de dados	Menor	Maior
Estruturação prévia das possibilidades de resultados	Maior	Menor
Foco na mensuração	Maior	Menor
Foco na interpretação	Menor	Maior
Capacidade de análise em profundidade	Menor	Maior
Capacidade de generalização e abrangência	Maior	Menor

Fonte: Nielsen, Olivo, Morilhas (2018)

Sampieri, Collado e Lucio (2013) afirmam que foco da pesquisa qualitativa é compreender e aprofundar os fenômenos, que são explorados a partir da perspectiva dos participantes em um ambiente natural e em relação ao contexto. Ainda de acordo com os autores citados, o enfoque qualitativo na pesquisa é selecionado quando se busca entender a perspectivas dos participantes (sejam indivíduos ou grupos de pessoas), ter contato com suas experiências, pontos de vistas, opiniões e significados, ou seja, a forma que os participantes percebem a sua realidade. Reforçam que o enfoque qualitativo deve ser utilizado quando o tema ainda é pouco explorado, ou que não se tenha feito pesquisas sobre ele em grupos específicos, sendo que a pesquisa prioritariamente deve ser realizada nos ambientes onde os participantes atuam. Já Yin (2016), para descrever a pesquisa qualitativa, lista cinco características ao invés de tentar encontrar uma definição singular:

1) estudar o significado da vida das pessoas, nas condições da vida real;
2) representar as opiniões e perspectivas das pessoas de um estudo;
3) abranger as condições contextuais em que as pessoas vivem;
4) contribuir com revelações sobre conceitos existentes ou emergentes que podem ajudar a explicar o comportamento social humano; e
5) esforçar-se por usar múltiplas fontes de evidência em vez de se basear em uma única fonte.

Uma vez que a esta pesquisa tem o intuito de responder questões relacionadas ao comportamento da empresa e da tomada de decisão seus gestores, ou seja, no próprio local onde ocorre o fenômeno a ser estudado, numa situação atípica de imprevisibilidade, reforça que sua classificação quanto aos tipos de dados deve ser **PESQUISA QUALITATIVA**.

Pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses (Gil, 2017). Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado. Ainda de acordo com este autor, a coleta de dados pode ocorrer de diversas maneiras, mas geralmente envolve:

a) levantamento bibliográfico;

b) entrevistas com pessoas que tiveram experiência prática com o assunto; e

c) análise de exemplos que estimulem a compreensão.

Nielsen, Olivo e Morilhas (2018) complementam estas definições, adicionando que a pesquisa exploratória é normalmente considerada para o estudo de fenômenos pouco conhecidos, e assim, o objetivo principal é justamente o de conhecer melhor tais fenômenos, ou algum aspecto específico dele. Esta descrição se encaixe perfeitamente com o objeto de estudo desta pesquisa, confirmando assim a classificação de **PESQUISA EXPLORATÓRIA**.

Em relação aos procedimentos técnicos, Flick (2014) define que o objetivo de um estudo de caso é o obter a descrição precisa ou a reconstrução de um fenômeno específico. De acordo com Nielsen, Olivo e Morilhas (2018), este tipo de pesquisa enfatiza a profundidade, deixando de lado a abrangência, e é amplamente utilizada em psicologia, sociologia e administração para obter respostas às perguntas “como” e “porque” em relação a uma determinada situação, ou fenômeno, ocorrido.

No estudo de caso, o pesquisador geralmente utiliza uma variedade de dados coletados em diferentes momentos, por meio de variadas fontes de informação e tem como técnicas fundamentais de pesquisa a observação. O estudo de caso se caracteriza como um tipo de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa profundamente e visa ao exame detalhado de um ambiente, de um simples sujeito ou de uma situação em particular (Godoy, 1995).

Gil (2017) escreve que o estudo de caso consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos casos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento; tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados. Ainda de acordo com este autor, existem diferentes propósitos para o estudo de caso:

a) explorar situações da vida real cujos limites não estão claramente definidos;
b) preservar o caráter unitário do objeto estudado;
c) descrever a situação do contexto em que está sendo feita determinada investigação;
d) formular hipóteses ou desenvolver teorias;
e) explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações muito complexas que não possibilitam a utilização de levantamentos e experimentos.

Yin (2018) sugere que o estudo de caso deve ser o método escolhido, em comparação com os outros, quando:

1. suas principais questões de pesquisa são perguntas "como" ou "por que";
2. você tem pouco ou nenhum controle sobre eventos comportamentais; e
3. seu foco de estudo é um fenômeno contemporâneo - um "caso".

Tendo em vista todas as definições dos autores citados acima, fica claro que o procedimento de **ESTUDO DE CASO ÚNICO** é o mais apropriado para esta pesquisa, principalmente por ser trabalho com intenção de responder uma dúvida relacionada ao como realizar determinado processo, e na exploração do mesmo.

3.2 ROTEIRO DE ENTREVISTA

O projeto de pesquisa visa analisar as possíveis implicações das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial no setor brasileiro de Automação Industrial. A pergunta de pesquisa central que orienta o trabalho é: " Qual a possível relação entre as práticas e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações caracterizadas por incerteza, não linearidade e imprevisibilidade do setor brasileiro de automação industrial?”.

O objetivo geral deste estudo é pesquisar as possíveis relações entre as práticas os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações caracterizadas por incerteza, não linearidade e imprevisibilidade do setor brasileiro de automação industrial, que foi realizado através da exploração da experiência dos entrevistados, buscando dados primários através das entrevistas.

Os objetivos específicos, que guiam a investigação detalhada e a interação com executivos, gestores e tomadores de decisão de empresas do setor brasileiro de automação industrial, são:

1) Identificar o conhecimento existente sobre as Teorias do Caos e da Complexidade, apresentando as principais relações e contribuições destas teorias para a tomada de decisão gerencial do setor brasileiro de automação industrial;

2) Nas situações apresentadas no objetivo 1, descrever como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões;

3) Caracterizar quais elementos das Teorias do Caos e da Complexidade se aplicam às situações descritas no objetivo 1;

4) Por meio da análise e comparação dos objetivos 2 e 3, investigar como as Teorias do Caos e Complexidade podem melhorar a tomada de decisão gerencial em situações de complexidade no setor de automação industrial brasileiro;

O estudo também pretende analisar a postura dos entrevistados sobre a tomada de decisão gerencial quanto à sua imprevisibilidade e instabilidade em situação complexa e caótico, analisando, por exemplo, como são elaborados os planejamentos nestes cenários. Com tais informações, será possível desenvolver métodos e ações que construam planos de prevenção e de reação rápida quando do surgimento de situações complexas e até propor mudanças na tomada de decisão gerencial, assim como ações para mitigar os problemas.

O roteiro de entrevista, criado com a ajuda da ferramenta NotebookLM (assistente de pesquisa que utiliza os algoritmos do Google Gemini para analisar textos fornecidos pelo pesquisador), está formatado para abordar a pergunta de pesquisa, o objetivo geral e os objetivos específicos definidos no projeto de pesquisa.

Considerando os objetivos geral e específicos, a natureza qualitativa e exploratória da pesquisa, o roteiro de entrevista semiestruturado proposto, para ser realizado com executivos, gestores e tomadores de decisão, está descrito em um dos Apêndices deste estudo.

3.3 MATRIZ DE AMARRAÇÃO

O objetivo da Matriz de Amarração (MAZZON, 1981) é o de avaliar a coerência das relações estabelecidas entre as dimensões e decisões de encaminhamento de uma pesquisa e, desse modo, indicar a consistência metodológica da intervenção científica. Trata-se de uma representação tabular para descrever e apresentar as decisões e definições da pesquisa, ou seja, a adequação ou aderência entre o modelo de pesquisa, objetivos, proposições ou hipóteses a serem investigadas, e os procedimentos e técnicas utilizadas na coleta e análise de dados.

Telles (2001) afirma que a Matriz de Amarração fornece relevante instrumento conceitual para a análise metodológica, particularmente para a pesquisa em Administração, na medida em que viabiliza a apreciação por avaliadores diferentes. Desta forma, elaborou-se uma matriz de amarração (Quadro 3.2) que descreve os principais elementos, objetivos e pressupostos teóricos apresentados na fundamentação teórica, e de sua relação com o roteiro de entrevistas e resultados esperados.

Quadro 3.2 – Matriz de Amarração Metodológica (Modelo Mazzon)

Etapas / Recortes	**Objetivo Geral**: pesquisar as possíveis relações entre as práticas os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações caracterizadas por incerteza, não linearidade e imprevisibilidade do setor brasileiro de automação industrial.	**Objetivos Específicos**	**Pressupostos Teóricos**	**Questões do Roteiro de Entrevista**	**Resultados Esperados / Contribuições**
I. Identificação da Complexidade		OE 1: Identificar o conhecimento existente sobre as teorias e suas relações com as práticas no setor.	As Teorias do Caos e da Complexidade são pouco conhecidas e frequentemente ignorados pelos executivos	Bloco 1: Q3 a Q6	Reconhecimento de que o ambiente corporativo é um sistema dinâmico e não linear.
II. Abordagens de Decisão		OE 2: Descrever como gestores lidam com a complexidade e quais critérios de decisão adotam.	Métodos tradicionais de gestão baseados em previsibilidade linear apresentam limitações em ambientes complexos.	Bloco 2: Q7 a Q11.	Identificação de lacunas nos modelos atuais e na eficácia do *Risk Management* (ERM).
III. Aplicabilidade dos Elementos		OE 3: Caracterizar elementos das Teorias do Caos (ex: Efeito Borboleta) aplicáveis ao setor.	Mesmo sem o conhecimento teórico das Teorias do Caos e da Complexidade, o conhecimento empírico de seus conceitos permite afirmar e reconhecer a existência de elementos destas teorias	Bloco 3: Q12 a Q15.	Confirmação da existência e mapeamento de situações de não linearidade e eventos do tipo "Cisne Negro" no setor.
IV. Melhoria Decisória		OE 4: Investigar como as teorias podem aprimorar a tomada de decisão gerencial.	A aceitação dos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade permitiria criar estratégias mais flexíveis, resilientes e eficientes.	Bloco 4: Q16 a Q20.	Confirmação da necessidade e abertura para criação de modelos mais flexíveis, resilientes e eficientes

Fonte: elaborado pelo próprio autor

3.4 COLETA E TRATAMENTO DE DADOS

Nielsen, Olivo e Morilhas (2018) explicam que a maioria das pesquisas científicas usam dados empíricos, logo sua coleta tem importância relevante para a boa realização do estudo. Eles conceituam sobre os tipos de dados, havendo duas categorias distintas:

a. Dados Primários: são aqueles que o pesquisador coleta diretamente na fonte, portanto não receberam nenhum tipo de tratamento. Exemplos: entrevistas, questionários, relatórios com dados sem tratamento.
b. Dados Secundários: são dados que já sofreram alguma interferência, algum tratamento, ou seja, são oriundos de uma outra fonte. Exemplos: relatórios gerenciais, dados filtrados, publicações de mercado.

Além disso, os autores citados ainda listam a existência de três tipos de entrevistas que podem ser aplicadas às pesquisas qualitativas:

a. Entrevista estruturada: o entrevistado deverá responder a um rol de perguntas previamente formuladas. Assim, o pesquisador terá mais controle sobre a condução da entrevista; pode-se, contudo, perder informações relevantes, não contempladas pelas perguntas previamente elaboradas.
b. Entrevista não estruturada: não há perguntas preestabelecidas; a entrevista ocorre de maneira mais espontânea e aberta possível. Logo, ao contrário da pesquisa estruturada, há menos controle do entrevistador sobre a condução da entrevista; mesmo assim, podem-se captar mais informações relevantes, mas não pensadas pelo entrevistador.
c. Entrevista semiestruturada: uma combinação das entrevistas estruturada e não estruturada. Os temas da pesquisa são formulados ou, ainda, as perguntas são parcialmente formuladas, porém deixando espaço para a interferência do entrevistador, que terá a liberdade de elaborar parcialmente as perguntas. Nesse tipo de entrevista, procura-se manter certo controle sobre a condução da pesquisa, mas garantindo que se abra espaço para a captação de informações não previstas no roteiro inicial.

Os autores Sampieri, Collado e Lucio (2013) afirmam que as entrevistas, como ferramentas para coletar dados qualitativos, são empregadas quando o

problema de estudo não pode ser observado ou é muito difícil observá-lo por ética ou complexidade (p. ex., a pesquisa sobre tipos de depressão ou a violência no lar) e permitem obter informação pessoal detalhada. Estes autores ainda comentam as características ideais das entrevistas qualitativas:

a) O início e o final da entrevista não são predeterminados nem definidos claramente. As entrevistas podem ser inclusive realizadas em várias etapas. Ela é flexível;
b) As perguntas e a ordem em que são feitas se adaptam aos participantes.
c) A entrevista qualitativa é em grande parte episódica;
d) O entrevistador compartilha com o entrevistado o ritmo e a direção da entrevista;
e) O contexto social é considerado e é fundamental para a interpretação de significados;
f) O entrevistador adapta sua comunicação às normas e linguagem do entrevistado;
g) A entrevista qualitativa tem um caráter mais amistoso;
h) As perguntas são abertas e neutras, já que pretendem obter pontos de vista, experiências e opiniões detalhadas dos participantes em sua própria linguagem.

Quando do uso de questionários, instrumento de coleta de dados que se utiliza de perguntas previamente desenvolvidas e apresentadas ao entrevistado, Nielsen, Olivo e Morilhas (2018) definem a existência de, basicamente, três tipos de perguntas:

a) Fechadas: permitem apenas respostas ligadas às opções explícitas da pergunta, com menos liberdade ao entrevistado.
b) Abertas: permitem qualquer resposta do entrevistado, pois não há opções explícitas na pergunta.
c) Mistas: permitem tanto respostas fechadas quanto respostas abertas.

Para a obtenção das informações de alto nível das empresas pesquisadas, foi utilizado um roteiro de **ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS** com executivos, gestores e tomadores de decisão de uma empresa do setor brasileiro de Automação Industrial, utilizando as respostas para analisar os riscos e impactos causados por

uma situação adversa e imprevisível de caos. O autor traz o pressuposto de que as empresas ainda não aplicam a Teoria do Caos no desenvolvimento de seus planos estratégicos e elaboração de ações mercadológicas. Por este motivo, foram elaboradas questões relacionadas ao tema, constituindo um roteiro de entrevista, criando assim uma base de dados primários. Os respondentes desta entrevista são, em sua totalidade, tomadores de decisão e aqueles que participam direta ou indiretamente do processo de desenvolvimento de planejamentos operacionais – por isso a necessidade de buscarmos os dados em empresas com certo tamanho, onde processos e procedimentos metodológicos são bem elaborados e, normalmente, obrigatórios.

Quando encerradas as entrevistas, os dados coletados serão analisados, tratados, filtrados e, por fim, interpretados, buscando responder à questão de pesquisa e, consequentemente, alcançar os objetivos do estudo. Para esta etapa pós-aquisição dos dados, esta pesquisa adotou métodos e procedimentos apresentados por Babbie (2001), como por exemplo:

a) atentar à escolha do entrevistador e seu treinamento;

b) definir as regras gerais da entrevista;

c) ter familiaridade com o roteiro da entrevista e com o tema;

d) avaliar execução em testes e ensaios.

Ainda seguindo este mesmo autor, esta pesquisa se baseou em conceitos de construção de tabelas para a interpretação dos dados apresentados no Capítulo 4 desta pesquisa, o que permitiu extrair algumas informações úteis para a análise final dos resultados.

3.5 BUSCA POR LITERATURA

Uma Revisão Sistemática de Literatura é um tipo especial de revisão da literatura que confere vantagens adicionais. É "uma revisão de uma questão claramente formulada que usa métodos sistemáticos e explícitos para identificar, selecionar e avaliar criticamente pesquisas relevantes e para coletar e analisar dados dos estudos incluídos na revisão" (Siddaway, Wood e Hedges, 2019). Os autores continuam suas definições afirmando que as Revisões Sistemáticas de Literatura são caracterizadas por serem metódicas, abrangentes, transparentes e replicáveis. Eles envolvem um processo de pesquisa sistemática para localizar todos os trabalhos

relevantes publicados, e não publicados, que abordam uma ou mais questões de pesquisa, bem como uma apresentação sistemática e síntese das características e descobertas dos resultados dessa pesquisa.

Complementando, de acordo com Galvão e Ricarte (2020), revisar a literatura é atividade essencial no desenvolvimento de trabalhos acadêmicos e científicos. A realização de uma revisão de literatura evita a duplicação de pesquisas ou, quando for de interesse, o reaproveitamento e a aplicação de pesquisas em diferentes escalas e contextos. Os autores ainda definem que “Revisão de Literatura” é um termo genérico, que compreende todos os trabalhos publicados que oferecem um exame da literatura abrangendo assuntos específicos. É possível encontrar diversos artigos de revisão de literatura que apresentam diferentes abordagens para as diferentes etapas do desenvolvimento desses trabalhos.

Grant e Booth (2009) trazem um estudo onde analisam 14 diferentes nomenclaturas e tipos de Revisões de Literatura, a saber:

1. Revisão crítica

   Tem como objetivo demonstrar que o escritor pesquisou extensivamente a literatura e avaliou criticamente sua qualidade. Vai além da mera descrição para incluir o grau de análise e inovação conceitual. Normalmente resulta em hipótese ou modelo;
2. Revisão de literatura

   É um termo genérico, que aponta para materiais publicados que fornecem exame de literatura recente ou atual, podendo cobrir uma ampla gama de assuntos em vários níveis de completude e abrangência. Pode incluir resultados de pesquisa;
3. Mapa sistemático

   Mapeia e categoriza a literatura existente para construir revisões adicionais e/ou pesquisas primárias, identificando lacunas na literatura de pesquisa;
4. Meta-análise

   Técnica que combina estatisticamente os resultados de estudos quantitativos para fornecer um efeito mais preciso dos resultados;

5. Revisão de estudos mistos, ou de métodos mistos

   Combinação de métodos em que um componente significativo é uma revisão da literatura (geralmente sistemática). Dentro de um contexto de revisão, refere-se a uma combinação de abordagens de revisão, por exemplo, combinando pesquisa quantitativa com qualitativa ou resultados com estudos de processo;

6. Visão geral

   É um termo genérico: resumo da literatura que tenta levantar a literatura e descrever suas características;

7. Revisão sistemática qualitativa, ou síntese qualitativa de evidências

   método para integrar ou comparar os resultados de estudos qualitativos, procurando por 'temas' ou 'construtos' que se encontram em estudos qualitativos individuais;

8. Revisão Rápida

   Avaliação do que já se sabe sobre uma questão de política ou prática, usando métodos de revisão sistemática para pesquisar e avaliar criticamente a pesquisa existente;

9. Revisão de escopo

   Avaliação preliminar do tamanho potencial e escopo da literatura disponível. Tem como objetivo identificar a natureza e a extensão das evidências de pesquisa (geralmente incluindo pesquisas em andamento);

10. Revisão estado-da-arte

    Tendem a abordar assuntos mais atuais em contraste com outras abordagens retrospectivas e atuais combinadas. Pode oferecer novas perspectivas sobre o problema ou apontar áreas para pesquisas futuras;

11. Revisão sistemática

    Procura buscar, avaliar e compilar sistematicamente evidências de pesquisa, muitas vezes aderindo às diretrizes sobre a condução de uma revisão;

12. Busca sistemática e revisão

    Combina os pontos fortes da revisão crítica com um processo de pesquisa abrangente. Normalmente aborda questões amplas para produzir a 'melhor síntese de evidências';

13. Revisão sistematizada

    Inclui elementos do processo de revisão sistemática, parando antes da revisão sistemática. Normalmente conduzido como atribuição de estudante de pós-graduação;

14. Revisão “guarda-chuva”

    Compilação de evidências de várias revisões em um documento acessível e utilizável. Concentra-se em condições ou problemas amplos para os quais existem intervenções concorrentes e destaca revisões que abordam essas intervenções e seus resultados

Em particular, para o estudo aqui apresentado, vamos focar no item 7 da lista acima, Revisão Sistemática Qualitativa, que, ainda de acordo com Grant e Booth (2009) tem como característica ser um método para integrar ou comparar os resultados de estudos qualitativos. O conhecimento acumulado resultante desse processo pode levar ao desenvolvimento de uma nova teoria, uma "narrativa" abrangente, uma generalização mais ampla ou uma "tradução interpretativa". Ele procura por "temas" ou "construtos" que se encontram em estudos qualitativos individuais. O objetivo não é agregativo no sentido de "somar estudos", como em uma meta-análise. Pelo contrário, é interpretativo ao ampliar a compreensão de um fenômeno particular – neste caso a aplicação e possível relação das Teorias do Caos e da Complexidade nas tomadas de decisões gerenciais do setor de automação industrial do Brasil.

Os autores citados acima ainda destacam como fortalezas deste formato de revisão de literatura o seu uso em explorar barreiras e facilitadores para a prestação e aceitação de serviços; para uma exploração das visualizações do usuário; investigar percepções de novos papéis, do ponto de vista daqueles que preenchem os papéis ou daqueles com quem o titular do cargo interage; e informar a priorização de serviços onde as evidências sobre a eficácia são ambíguas e as preferências e atitudes tornam-se, portanto, os fatores determinantes. Esse tipo de revisão, portanto, possui uma força considerável para complementar as evidências da pesquisa com os outros dois componentes essenciais: considerações relatadas pelo usuário e observadas pelo profissional. Desde que tais percepções sejam generalizáveis, os resultados da pesquisa qualitativa podem ser mais poderosos do que isolados comentários de questionários ou pesquisas locais.

Já Siddaway, Wood e Hedges (2019) classificam as revisões sistemáticas em:

a) revisões sistemáticas com meta-análise (quantitativa): são apropriadas quando uma coleção de estudos relatar resultados quantitativos (dados) em vez de descobertas qualitativas ou teoria; quando examinar os mesmos construtos/relacionamentos ou semelhantes; quando são derivados de projetos de pesquisa semelhantes; quando relatar as relações simples entre duas variáveis (relações bivariadas, ordem zero correlações de um único grau de liberdade), em vez de relações que foram ajustado para o efeito de variáveis adicionais (por exemplo, efeitos parciais ou multivariados); e quando têm resultados que podem ser configurados como tamanhos de efeito padronizados;

b) revisões sistemáticas narrativas (qualitativa): são apropriadas quando uma revisão da literatura é necessária para compilar uma coleção de estudos quantitativos que usaram diversos procedimentos metodológicos, ou que examinaram diferentes conceituações teóricas, construtos e/ou relações. As revisões narrativas sintetizam os resultados de estudos quantitativos individuais sem referência à significância estatística dos achados. Eles são um meio particularmente útil de vincular estudos sobre diferentes tópicos para reinterpretação ou interconexão, a fim de desenvolver ou avaliar uma nova teoria;

c) revisões sistemáticas com meta-síntese (qualitativa): são apropriadas quando uma revisão visa integrar a pesquisa qualitativa. O objetivo de uma meta-síntese é agrupar estudos qualitativos sobre um tópico, a fim de localizar temas, conceitos ou teorias importantes que forneçam explicações novas ou mais poderosas para o fenômeno em revisão

Sendo assim, para certificar-se da ampla busca por material apropriado e adequado para este estudo, o autor realizou uma **REVISÃO SISTEMÁTICA QUALITATIVA DE LITERATURA COM META-SÍNTESE**, a fim de coletar, classificar, filtrar e escolher o material a ser utilizado como Referencial Teórico. Esta ação foi elaborada após uma busca menos sistematizada que, ainda assim, resultou em parte

importante dos artigos e livros utilizados nesta pesquisa, realizada através da ferramenta *Google Scholar*, que traz artigos de diversas plataformas, mas com menos recursos para filtrar todos os milhares de resultados normalmente obtidos. Uma de suas funcionalidades mais interessantes é buscar por artigos específicos quando já se tem o DOI (*Digital Object Identifier*), título e/ou nome dos autores.

Ou seja, a revisão sistemática adicionou parte do conteúdo ao Referencial Teórico, mas não limitou o uso de outros documentos encontrados anteriormente e que são absolutamente relevantes para a discussão do tema em si. A fim de evitar vieses na seleção dos artigos, facilitas a reprodutibilidade do estudo e tornar a revisão mais confiável e transparente, foram seguidas os conjuntos de diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*), hoje em sua versão 2020, conforme descrito em seu website https://www.prisma-statement.org/ (Moher et al, 2009).

Iniciou-se a revisão sistemática nas plataformas SciELO e EBSCO, sendo esta segunda configurada para trazer apenas artigos publicados, possíveis de download (*full text*), revisados (*peer reviewed*), usando 5 bases de dados "*Business Source Ultimate*", "*eBook Collection (EBSCOhost)*", "*Public Administration Abstracts*", "*Regional Business News*" e "Fonte Acadêmica". Para a plataforma SciELO adotou-se os filtros para trazer artigos de todas as coleções disponíveis, e de todos os periódicos das áreas temáticas de Ciências Humanas, Ciências Sociais Aplicadas e Multidisciplinar (vide quadros 3.3 e 3.4).

Inicialmente, a busca foi realizada apenas tentando-se encontrar documentos relacionados com a Teoria do Caos, Teoria da Complexidade e similares, e com isso o resultado foi extremamente elevado (>3.000 artigos). Percebeu-se então a necessidade de aplicar mais detalhes nas palavras de busca, o que foi feito mais duas vezes (vide quadros 3.3 e 3.4). Na primeira tentativa, adicionou-se os termos empresariais relacionados à estratégia e negócios, e resultou numa lista de quase 800 artigos, e na segunda palavras que filtrariam as buscas e trariam documentos que tratassem do mercado objeto deste estudo (setor de Automação Industrial), o que resultou em apenas 2 artigos.

Tentou-se ainda incluir na busca os termos que definem o mercado que delimita este estudo, mas neste caso o resultado foi nulo, não trazendo nenhum artigo na lista. Por este motivo, o autor voltou um passo atrás e manteve apenas como palavras de busca as que se conectavam com termos relacionados a Teoria do Caos,

da Complexidade, Planejamento Estratégico e Tomada de Decisão (em inglês e português), convencido de que todo o material restante sustentaria a teoria desta pesquisa, ficando a cargo do autor a inclusão do ambiente proposto como campo para estudo (setor de Automação Industrial).

Para detalhar ainda mais a busca por artigos, aplicou-se o filtro de data de publicação do artigo (vide quadros 3.3 e 3.4), a fim de reduzir a quantidade de textos e utilizar os mais recentes. Isto foi aplicado a um dos prompts mais abrangentes, deixando a busca livre de filtro de data para os prompts mais detalhados. Chegou-se então a um total de 185 artigos que seriam analisados conforme as diretrizes PRISMA. Dentre estes, alguns foram eliminados por estarem em duplicidade, por terem sido escritos em outro idioma senão o inglês e português, ou por não trazer em seu título ou resumo nenhuma relação com o tema deste estudo, restando então 64 documentos. Esta última análise gerou uma lista então de apenas 12 artigos, cabíveis para uso nesta pesquisa, e que foram obtidos da plataforma para que uma análise mais aprofundada fosse realizada, tomando como base a introdução e a conclusão do artigo. Os dois quadros seguintes apresentam os diferentes filtros de palavras (*prompts*) utilizados e o resultado das respectivas buscas na plataforma EBSCO e SciELO, respectivamente:

Quadro 3.3 - Resultado das buscas na plataforma EBSCO

		EBSCO		
#	PROMPT	Time #1 All Time	Time #2 10 Years	Time #3 5 Years
01	"Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems"	2.743	1.021	462
02	"Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos"	83	50	28
03	("Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems") AND ("Strategic Management" OR "Decision Making" OR "Strategic Planning" OR "Business")	788	329	164
04	("Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos") AND ("Gestão Estratégica" OR "Tomada de Decisão" OR "Planejamento Estratégico" OR "Negócios")	10	6	4
05	("Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems") AND ("Strategic Management" OR "Decision Making" OR "Strategic Planning" OR "Business") AND ("Industrial Automation" OR "Manufacturing Automation" OR "Industry 4.0" OR "Smart Manufacturing")	2	2	1
06	("Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos") AND ("Gestão Estratégica" OR "Tomada de Decisão" OR "Planejamento Estratégico" OR "Negócios") AND ("Automação Industrial" OR "Indústria 4.0" OR "Manufatura Inteligente")	-	-	-
			176	

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Quadro 3.4 - Resultado das buscas na plataforma SCIELO

		SCIELO		
#	PROMPT	Time #1 All Time	Time #2 10 Years	Time #3 5 Years
01	"Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems"	155	75	38
02	"Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos"	32	21	13
03	("Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems") AND ("Strategic Management" OR "Decision Making" OR "Strategic Planning" OR "Business")	8	4	2
04	("Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos") AND ("Gestão Estratégica" OR "Tomada de Decisão" OR "Planejamento Estratégico" OR "Negócios")	1	1	1
05	("Chaos Theory" OR "Complexity Theory" OR "Nonlinear Systems" OR "Complex Adaptive Systems") AND ("Strategic Management" OR "Decision Making" OR "Strategic Planning" OR "Business") AND ("Industrial Automation" OR "Manufacturing Automation" OR "Industry 4.0" OR "Smart Manufacturing")	-	-	-
06	("Teoria do Caos" OR "Teoria da Complexidade" OR "Sistemas Não Lineares" OR "Sistemas Adaptativos Complexos") AND ("Gestão Estratégica" OR "Tomada de Decisão" OR "Planejamento Estratégico" OR "Negócios") AND ("Automação Industrial" OR "Indústria 4.0" OR "Manufatura Inteligente")	-	-	-
		9		

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Em cada uma das plataformas de artigos de cada plataforma digital, artigos foram eliminados por diversas razões. Na busca feita na EBSCO, houve 176 artigos encontrados no total, sendo 5 artigos eliminados por duplicidade, 4 artigos eliminados por idioma incorreto, 110 artigos eliminados por não ter aderência com o tema principal (título e resumo) e 10 artigos escolhidos para download. Na plataforma SciELO, foram 09 artigos encontrados, e então 1 artigo eliminado por duplicidade, 6 artigos eliminados por não ter aderência com o tema principal (título e resumo) e apenas 2 artigos escolhidos para download.

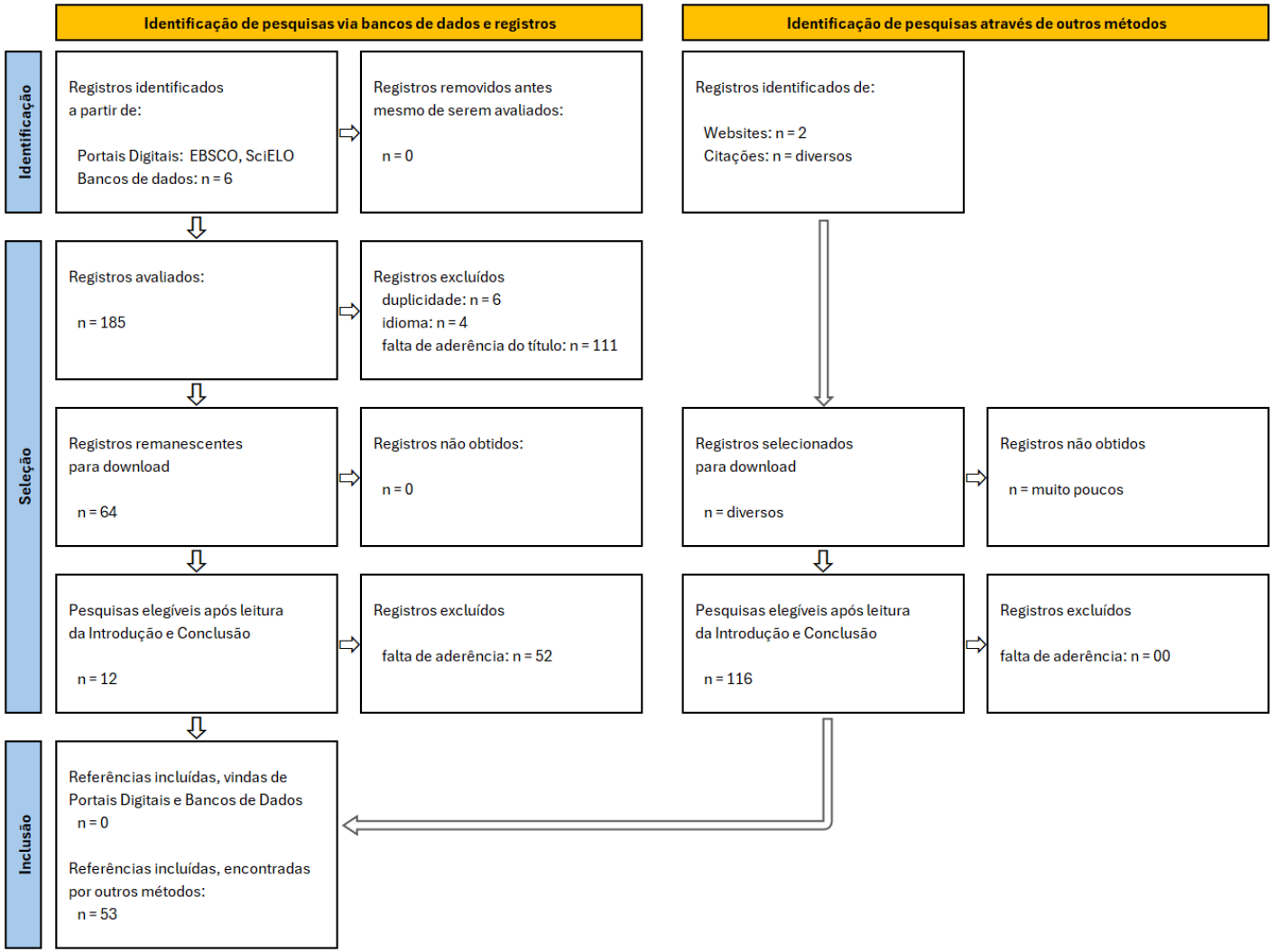
Apesar de ser comprovadamente um método eficaz e organizado para a busca de fontes e referências bibliográficas, a busca através de portais digitais se mostrou mais limitado que buscas no *Google Scholar* (www.scholar.google.com). Por este motivo, a pesquisa contou também com muitos artigos e publicações apontadas por esta ferramenta. Devido a algumas restrições de compartilhamento impostas por autores(as) e pelas editoras, nem todo documento listado em uma busca é disponibilizado gratuitamente para o pesquisador. Ainda assim, a quantidade de artigos disponíveis encontrada com esta ferramenta é extremamente volumosa e valiosa.

Ao encontrar um artigo interessante e relevante para a pesquisa, o *Google Scholar* ainda permite que o pesquisador busque por documentos que o citaram, disponibilizando assim uma rede de documentos interconectados, o que pode contribuir para enriquecimento do estudo. Na verdade, a buca por documentos pode ser tornar um exercício de seguir conexões entre artigos, livros e outros trabalhos acadêmicos. Existem ainda outros portais que trazem esta característica como sua função principal, como o *LitMaps* (www.litmaps.com), mas este tipo de ferramenta pode ser muito mais útil quando da construção de um trabalho do tipo Revisão de Literatura, onde a conexão, características e quantificação de documentos encontrados tende a ser mais importante que seu conteúdo detalhado.

Graças ao uso do *Google Scholar*, esta pesquisa pôde usufruir de uma lista muito grande de fontes e referências, e este material, após realizado o mesmo trabalho de análise preliminar de conteúdo e relevância feito com a lista gerada pelas consultas nas plataformas EBSCO e SciELO descritas acima, agregou muito mais conteúdo para a elaboração do trabalho, como pode ser visto no diagrama apresentado na seção 3.6.

O diagrama a seguir, parte das Diretrizes PRISMA, apresenta o resumo das quantidades de artigos encontrados na busca em portais digitais acadêmicos e seus respectivos bancos de dados (à esquerda), após a aplicação dos filtros e os motivos principais pelo qual muitos destes documentos foram excluídos das etapas de análise e avaliação, assim como a quantidade de artigos encontrados em ferramentas de busca (à direita).

3.6 DIAGRAMA DE FLUXO DAS DIRETRIZES PRISMA



Fonte: elaborado pelo próprio autor

3.7 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Seguindo as diretrizes e boas-práticas discutidas pelos professores desta escola, o uso de IA nesta pesquisa foi limitado a algumas tarefas, menos relacionadas com a criatividade (como elaboração de texto), e mais com tarefas manuais trabalhosas. Grande parte das tarefas que usaram IA, foram realizadas na plataforma NotebookLM, que usa o algoritmo Gemini da Google. Uma das características marcantes desta ferramenta é que as respostas geradas podem ter sua base de dados restrita aos documentos disponibilizados para o algoritmo, limitando tais respostas ao conteúdo definido pelo pesquisador. Segue abaixo uma breve descrição das principais tarefas em que a IA foi utilizada:

a) análise de feedback: na etapa da Banca de Qualificação, a transcrição da apresentação do trabalho foi analisada pela IA e uma lista de sugestões, correções e atividades apresentada pelos professores foi gerada de forma a listar as alterações necessárias para ajustes no projeto de pesquisa;
b) suporte na coleta de Dados de Campo: as entrevistas realizadas foram gravadas através do MS Teams, e posteriormente a IA foi utilizada para a transcrever, consolidar e compilar as respostas. Notou-se que esta compilação não foi totalmente eficiente, trazendo alguns erros de intepretação na fala de alguns respondentes, o que teve que ser corrigido manualmente;
c) elementos visuais: a IA aqui ajudou com a elaboração e formatação de itens gráficos desta pesquisa, como quadros-resumo e a própria matriz de amarração, algo bem trabalhosos de se fazer no editor de texto. Também se utilizou dos recursos da IA para a converter imagens em texto, como quadros e imagens obtidos de literatura digitalizada;
d) normas ABNT: avaliação do cumprimento das normas relacionadas à formatação da pesquisa, usando a IA como um revisor do documento final. Este exercício, em particular, gerou um resultado muito satisfatório, pois o algoritmo foi capaz de interpretar com grande precisão as regras existentes, orientando e indicando todas as correções necessárias;
e) citações: a IA também foi utilizada para verificar a conferir a lista de referências e as respectivas citações ao longo do texto, evitando erros de formatação e de sintaxe.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A atividade de coleta de dados de campo utilizada nesta pesquisa, como descrito anteriormente, foi realizada através uma entrevista semiestruturada de 20 questões, divididas em 4 blocos:

1) Identificando a complexidade
2) Abordagens atuais para a complexidade
3) Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade
4) Melhorando a tomada de decisão com a teoria

A análise de conteúdo das entrevistas segue esta divisão, ou seja, as respostas de cada um dos grupos de questões serão analisadas separadamente antes de haver alguma avaliação final ou análise consolidada.

O roteiro de entrevista foi aplicado a 11 gestores(as) de uma mesma empresa, com elevada experiência profissional no setor de automação industrial brasileiro, e tanto o perfil da empresa, como o de todos os entrevistados serão apresentados a seguir.

As entrevistas foram realizadas individualmente, pré-agendadas e de forma remota, fazendo uso da ferramenta MS Teams, de onde se extraiu a gravação da conversa e a transcrição das falas entre o entrevistador (autor) e os entrevistados. É importante ressaltar que todos os participantes aceitaram que a entrevista fosse gravada e transcrita, sabendo desde o início que seus nomes não seriam divulgados no trabalho em questão. As transcrições geradas, além das gravações e das anotações do entrevistador, foram a base para a tabulação e análise das respostas. As respostas eram livres e os entrevistados podiam dissertar sobre qualquer tema, exemplo e por quanto tempo achassem necessário. Nenhum dos participantes se negou a responder nenhuma questão, e o tempo médio de duração das entrevistas foi de 66 minutos, sendo a mais rápida de 53 minutos e a mais longa de 100 minutos (considerando apenas a parte gravada, sem os cumprimentos iniciais e conversas não relacionadas à entrevista). O roteiro de entrevista utilizado será descrito adiante, pergunta a pergunta

A análise está estruturada de forma a conectar a prática destes gestores aos constructos teóricos apresentados nos capítulos anteriores deste estudo, sendo os principais: Edgar Morin (Complexidade), Edward Lorenz (Caos), Nassim Taleb (Antifragilidade e Cisnes Negros) e Herbert Simon (Tomada de Decisão).

As duas primeiras questões eram direcionadas a conhecer um pouco do entrevistado. A primeira questão (Q1) levantava informações pessoais (nome, idade, cargo, formação acadêmica e tempo de experiência) para fins de complementar a análise e encontrar evidências, enquanto a segunda questão da entrevista (Q2) buscava identificar o conhecimento prévio sobre as Teorias do Caos e da Complexidade por parte dos entrevistados. Para que fosse possível identificar melhor as situações caóticas e complexas na empresa, um pequeno conteúdo teórico era apresentado aos entrevistados logo após a segunda questão (Q2), independentemente da resposta desta questão. Neste momento o autor descrevia as Teorias do Caos e da Complexidade, o conceito do Efeito Borboleta, a diferença entre Complexo e Complicado e também a Teoria do Cisne Negro (Taleb, 2015). Além de contextualizar o entrevistado sobre o tema, este aposto técnico visava também enriquecer as respostas e evitar a interrupção do entrevistado para explicações e esclarecimentos por parte do autor.

4.1 PERFIL DA EMPRESA PESQUISADA

A empresa pesquisada é uma gigante e líder de mercado em diversas áreas da indústria eletroeletrônica global, incluindo o setor de automação industrial. No mundo, possuem centenas de milhares de colaboradores com dezenas de fábricas espalhadas em praticamente todos os continentes. No Brasil conta com aproximadamente 2000 funcionários e algumas fábricas.

Mesmo sem atuar em todos os nichos de atividade, possui elevada relevância, importância e participação no mercado brasileiro do setor de automação industrial. O seu portfólio é vasto, e em muitos casos é considerada uma das empresas que definem as tendências e padrões da indústria brasileira. É constituída de um corpo diretivo em gerencial de elevado nível, enxuto e que está muito próximo das atividades e da operação cotidiana da empresa. Estas características permitem que a pesquisa tenha bastante profundidade ao tratar gostemos referentes às Teorias do Caos e da Complexidade.

4.2 PERFIL DOS ENTREVISTADOS

Com o intuito de minimizar vieses, os entrevistados selecionados para esta pesquisa possuem diferentes formações acadêmicas, formações profissionais e experiência em áreas distintas da empresa escolhida para o estudo. Por questão de

confidencialidade, acordada com a empresa pesquisada, os nomes dos profissionais não estão apresentados neste documento, entretanto outras informações listadas abaixo permitem que se elabore uma visão dos entrevistados, o que contribui com a análise dos dados coletados e elaboração das considerações finais da pesquisa. Estas informações pessoais foram obtidas a partir da resposta da primeira questão da entrevista (Q1), e o resumo dos seus resultados pode ser visto no quadro que segue:

Quadro 4.1 – Dados e características dos entrevistados

DADOS	**RESULTADO NA AMOSTRA** (total de 11 entrevistados)
Gênero	7 homens 4 mulheres
Idade média	48 anos (o mais velho 61 anos, e o mais novo 40 anos)
Posição na empresa	3 C-Level 4 Diretores(as) 4 Gerentes
Tipo de carreira	4 Gestão de Negócios / Técnicos(as) 4 Financeiros(as) 3 Vendas
Formação acadêmica	6 Engenharia 5 Administração
Pós-graduação	10 com MBAs ou especializações (*latu sensu*) 1 com mestrado (*stricto sensu*)
Tempo médio no Setor de Automação Industrial	21 anos de experiência (o mais experiente com 30 anos, e o menos com 10 anos)
Tempo médio em posição de gestão	14 anos de experiência (o mais experiente com 20, e o menos com 08 anos)

Fonte: elaborado pelo próprio autor

4.3 SÍNTESE DAS RESPOSTAS DE CADA ENTREVISTADO

Ao longo da realização das entrevistas, foi possível notar as diferenças na compreensão dos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, assim como também a forma distinta e pessoal de conduzir e definir os fatores que moldam as

decisões de cada gestor frente à uma situação complexa. Com o intuito de ter uma visão resumida das respostas de cada um dos entrevistados, apresenta-se abaixo a compilação das entrevistas, separadamente para cada um dos respondentes.

O Entrevistado 01 demonstra uma compreensão simples e pragmática da complexidade, aplicando-a diretamente à gestão de riscos corporativos (ERM). Para ele, a complexidade se manifesta na incerteza permanente, onde a adição de novas variáveis gera uma incerteza que cresce de forma exponencial, diferenciando-se do "complicado", onde o resultado é previsível após a análise. Ele relata um exemplo de Efeito Borboleta (sensibilidade às condições iniciais) ocorrido na pandemia: a decisão de manter a operação da empresa às sextas-feiras enquanto concorrentes reduziram jornada e salários. Esta decisão gerou um aumento de vendas desproporcional, evidenciando como uma ação interna simples interagiu com variáveis externas (reação dos concorrentes) de forma não-linear. No campo da Tomada de Decisão, ele prioriza o colegiado e a experiência, buscando "colocar certeza dentro da incerteza" ao migrar de previsões baseadas em "chances" para compromissos firmes dos demais membros. Como sugestão de melhoria, ele defende a descentralização do poder de decisão e o uso de IA Generativa para modelar milhões de cenários, combatendo o "hiper racionalismo" de cargos de alta hierarquia que tendem a simplificar excessivamente problemas complexos.

O Entrevistado 02 identifica a complexidade na rapidez com que notícias de "uma hora atrás" podem alterar completamente a dinâmica de mercado, citando problemas geopolíticos e tarifas americanas inesperadas como exemplos de instabilidade. Ele descreve o ambiente industrial como um sistema de interdependência severa, onde crises de semicondutores e inundações na China exigiram a alteração de parâmetros de sistemas para maximizar o atendimento a clientes. Ele ainda relata um exemplo de Efeito Borboleta histórico negativo: a saída da empresa do mercado brasileiro de pequenos motores, vista como irrelevante na época, permitiu que um dos concorrentes locais se tornasse uma gigante global, mudando o equilíbrio de forças do setor. No tocante a riscos, ele admite que a gestão de risco da empresa (ERM) foca em reduzir riscos conhecidos e maximizar oportunidades, mas não contempla Cisnes Negros improváveis. Sua visão de futuro foca na existência da mentalidade de crescimento e na necessidade de estruturas mais enxutas e tolerantes ao risco para competir no cenário tecnológico atual.

O Entrevistado 03 é o participante que mais se aproxima da base teórica de Edgar Morin, relacionando a complexidade à ambidestria organizacional: a dificuldade de equilibrar o foco no curto prazo (indicadores atuais) com a disrupção necessária para a sobrevivência a longo prazo. Ele identifica que os problemas complexos na empresa muitas vezes residem na estrutura interna e nas vaidades organizacionais, que atuam como variáveis ocultas capazes de paralisar projetos inovadores. Ele descreve sua abordagem decisória como "fatiar o elefante", ou seja, analisar o problema e tentar resolvê-lo em partes, mas recorre à intuição e conexões humanas quando os métodos tradicionais falham em lidar com a estrutura informal da empresa. Ele critica o gerenciamento de riscos atual, classificando-o como algo que é feito apenas para o cumprimento de processos e protocolos, sugerindo que formulários rígidos e auditáveis não capturam a essência de um Cisne Negro. Para ele, o aprendizado organizacional surge da reflexão sobre falhas em processos e modelos de análise desenhados por consultorias que ignoraram variáveis culturais.

O Entrevistado 04 define a liderança como um fenômeno inerentemente complexo por envolver crenças e valores humanos, variáveis que impedem a aplicação de soluções padronizadas. Ele ilustra o Efeito Borboleta através de mudanças culturais sutis, como o do antigo CEO da empresa deixar de usar gravata e passar a usar uma jaqueta de couro em transmissões globais de resultados aos funcionários, o que gerou um comportamento em cascata que altera a percepção de empoderamento em toda a organização. Ele critica a eficácia dos métodos tradicionais de planejamento, classificando-os como insuficientes diante da velocidade das mudanças atuais. Ele sugere substituir planos rígidos de longo prazo pelo modelo OKRs (*objectives and key-results*) de curto prazo e uma cultura de experimentação (método AGILE, tentativa e erro). A base para lidar com a complexidade, segundo ele, é a segurança psicológica, que permite capturar diversas visões e retomar decisões rapidamente quando o experimento falha.

O Entrevistado 05 associa a complexidade à incapacidade de modelar matematicamente o comportamento humano e as decisões políticas. Ele cita a pandemia como um Cisne Negro cujo fator desconhecido não era o vírus em si, mas as variáveis relacionadas à adaptação de como se trabalhar isolado, o que exigiu ajustes rápidos após um período inicial de paralisia. Ele ainda observa que a empresa utiliza a experiência de seus executivos como uma forma intuitiva de calibrar modelos matemáticos que não conseguem prever o comportamento de mercados instáveis.

Ele propõe um modelo de planejamento inteligente, que deve ser desenhado para se adaptar a desafios não previstos no momento da concepção. Sua sugestão prática envolve a criação de departamentos de Inteligência de Mercado focados em monitorar a correlação de variáveis aparentemente desconectadas.

O Entrevistado 06 apresenta uma visão de complexidade baseada na diversidade de perspectivas, afirmando que dilemas complexos não podem ser resolvidos sozinhos e exigem um olhar colegiado para evitar subestimar riscos ocultos. Ele utiliza o exemplo da mudança para motores elétricos na indústria automotiva como uma transição que, embora lenta, exige uma flexibilidade estratégica que os modelos lineares não capturam. Ele também introduz a metáfora do bambu (resiliente, mas flexível) para descrever a necessidade de elasticidade emocional e organizacional durante reestruturações, onde a falta desta resiliência causa perda de talentos. Em suas decisões, ele prioriza o interrompimento das perdas no curto prazo enquanto analisa as realidades subjacentes para a solução definitiva. Ele vê na ciência de dados e na IA a ferramenta para encontrar padrões raros e difíceis de enxergar quando se tenta analisar grandes volumes de informação.

O Entrevistado 07 define a complexidade como o desafio de não saber o que os clientes ou parceiros desejam de verdade, tornando incontroláveis as negociações de projetos de múltiplas variáveis. Ele exemplifica o Caos através de uma mudança de sistema operacional da empresa (ERP) que, embora planejada por anos, resultou em seis meses de inoperabilidade financeira e uma quase catástrofe operacional. Ele vê exemplos de antifragilidade na prática quando relata que crises em projetos sem saída aparente foram o que o tornou forte e experiente para o crescimento de sua carreira, demonstrando como o caos fortalece quem se adapta à situação. Ele ainda defende que a redução de níveis hierárquicos é fundamental para a agilidade necessária em ambientes complexos, pois permite uma correção de rota rápida e constante, sem os entraves da burocracia tradicional.

O Entrevistado 08 identifica a complexidade na instabilidade das regras e leis no ambiente corporativo no Brasil, como mudanças súbitas em regulamentações fiscais e normatizações, que transformam investimentos de longo prazo em exercícios de incerteza. Ele descreve um cenário de Caos Logístico causado pela mudança para um operador terceiro (TPC), onde variáveis desconhecidas de entrada geraram um estresse desproporcional no fornecimento e na satisfação do cliente. Eusébio critica a tendência de líderes focarem excessivamente no operacional de curto prazo,

sugerindo que isso reduz a capacidade estratégica da organização. Ele defende a inserção de fundamentação acadêmica e visões externas no planejamento estratégico para evitar que decisões sejam pautadas apenas em experiências passadas que podem não se repetir.

O Entrevistado 09 descreve o mercado brasileiro como pouco maduro e instável, onde a dependência de *commodities* e falas políticas criam flutuações que atrapalham os planejamentos estratégicos. Ele ilustra o Efeito Borboleta no contexto comercial, quando uma única venda errada (preço baixo em alto volume) dentro de uma base de 2.000 clientes pode comprometer o resultado de margem anual de toda uma unidade de negócio. Ele prioriza a retenção de clientes e o impacto nos negócios em situações complexas, admitindo que os métodos tradicionais resolvem apenas 80% dos casos, deixando os 20% mais críticos para a intuição dos executivos e decisões que não seguem o padrão. Ele sugere a criação de uma base de dados compartilhada de situações complexas, permitindo que a organização aprenda com o erro individual e o transforme em conhecimento coletivo.

O Entrevistado 10 enxerga a complexidade na falta de conhecimento sobre novas tecnologias, como a cibersegurança, que atua como uma barreira complexa para a adoção plena da IA na empresa. Ele exemplifica o Efeito Borboleta no fator humano: uma pequena mudança em um roteiro de trabalho motivou uma colaboradora a transformar completamente sua produtividade e engajamento. Ele destaca a confiança e o equilíbrio psicológico da equipe como critérios fundamentais para navegar no caos, citando a rapidez da empresa em prover suporte durante a pandemia. Ele entende o tema da sustentabilidade como uma situação caótica anunciada, argumentando que a busca infinita por produtividade com recursos finitos no planeta é uma variável complexa que a indústria ainda não modelou adequadamente em sua estratégia de longo prazo.

O Entrevistado 11 vê a complexidade na imprevisibilidade da inovação, comparando o impacto da IA ao da própria internet, onde ninguém consegue determinar a proporção das mudanças futuras. Ele identifica um evento do tipo Cisne Negro na aquisição de empresas concorrentes por uma única empresa controladora, o que alterou as regras de concorrência e deixou a empresa em uma posição de vulnerabilidade estratégica momentânea. Ele diz fazer uso de uma análise impacto vs. risco para tomar decisões, mas defende que o planejamento tradicional de cinco ou dez anos é obsoleto e deve ser revisado anualmente devido à volatilidade do

cenário econômico (ex.: tarifas de Trump). Ele propõe que a solução para a complexidade reside em estruturas matriciais e colaborativas, eliminando silos para que experiências e conhecimentos diversos possam ser trocados mais facilmente.

4.4 SÍNTESE DAS RESPOSTAS POR GRUPO DE QUESTÕES

Conforme descrito no início deste capítulo, a coleta de dados de campo utilizada nesta pesquisa utilizou uma entrevista semiestruturada de 20 questões, divididas em 4 blocos:

1) Identificando a complexidade
2) Abordagens atuais para a complexidade
3) Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade
4) Melhorando a tomada de decisão com a teoria

Quadro 4.2 –Objetivos Específicos e blocos do Roteiro de Entrevista

OBJETIVO ESPECÍFICO (OE)	**BLOCOS DO ROTEIRO DE ENTREVISTA**
OE 1: Identificar o conhecimento existente sobre as Teorias do Caos e da Complexidade, apresentando as principais relações e contribuições destas teorias para a tomada de decisão gerencial do setor brasileiro de automação industrial.	**BLOCO 1** Identificando a Complexidade (Q3, Q4, Q5 e Q6)
OE 2: Nas situações apresentadas no objetivo 1, descrever como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões;	**BLOCO 2** Abordagens atuais para a Complexidade (Q7, Q8, Q9, Q10 e Q11)
OE 3: Caracterizar quais elementos das Teorias do Caos e da Complexidade se aplicam às situações descritas no objetivo 1.	**BLOCO 3** Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade (Q12, Q13, Q14 e Q15)
OE 4: Por meio da análise e comparação dos objetivos 2 e 3, investigar como as Teorias do Caos e Complexidade podem melhorar a tomada de decisão gerencial em situações de complexidade no setor de automação industrial brasileiro.	**BLOCO 4** Melhorando a tomada de decisão com a teoria (Q16, Q17, Q18, Q19 e Q20)

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Cada um destes blocos contém perguntas que ajudam a esclarecer as questões de pesquisa e, principalmente, atingir seus os objetivos específicos. O quadro 4.2 mostra o vínculo entre cada um dos objetivos específicos (OE1 a OE4) com o título dos blocos e suas respectivas questões. À exceção desta definição, as questões Q1 e Q2, pertencentes ao primeiro bloco, buscavam apenas coletar informações pessoais dos entrevistados e entender o grau de compreensão teórico das Teorias do Caos e da Complexidade.

4.4.1 Identificando a complexidade

A pesquisa, sendo qualitativa e exploratória, visa identificar as situações mais comuns e a relação entre os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade e a tomada de decisão gerencial no setor de automação industrial brasileiro. Complexidade, neste contexto, difere de situações meramente complicadas, relacionando-se a fenômenos com incertezas, indeterminações e interações cujos resultados não podem ser facilmente explicados ou previstos.

O propósito do primeiro bloco de questões da entrevista é identificar os entrevistados e, na prática, as situações que se encaixam nas definições teóricas de complexidade e imprevisibilidade, além de investigar o reconhecimento de incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios. Através da questão Q1, o roteiro iniciava com a aquisição de alguns dados pessoais para fins de tabulação e análise dos respondentes. Foram solicitadas informações como: nome, idade atual, empresa e área de atuação atual, cargo atual, formação superior e cursos de pós-graduação, tempo de atuação no mercado brasileiro de Automação Industrial e também o tempo de atuação em posição de gestão.

Conforme descrito, a questão Q2 da entrevista buscava identificar o conhecimento prévio sobre as Teorias do Caos e da Complexidade por parte dos entrevistados, e para esta questão houve praticamente uma unanimidade, já que a maioria dos entrevistados admite desconhecer as teorias de forma acadêmica ou profunda, com exceção de um dos executivos, que chegou a citar o autor Morin como fonte de seus conhecimentos sobre o tema.

De maneira geral, entre todos os entrevistados, as percepções iniciais são geralmente intuitivas, associando fortemente o "caos" a crises operacionais (como a pandemia ou problemas logísticos) e a "complexidade" à dificuldade analítica de prever resultados. Em quantidade razoável de casos, a figura humana e o seu

comportamento individual também são citados como uma fonte da complexidade, já que isso adiciona variáveis incontroláveis, e às vezes desconhecidas, ao processo de tomada de decisão.

As demais questões deste bloco da entrevista foram as seguintes:

Q3. Da sua experiência e perspectiva, quais são os desafios ou situações que você encontra no seu mercado de trabalho que descreveria como “Complexos” para a tomada de decisão gerencial?

Q4. Você pode fornecer exemplos específicos de situações reais onde diversos fatores interagiram de maneiras inesperadas, tornando a tomada de decisão particularmente difícil?

Q5. Em sua opinião, o que torna essas situações “Complexas” para a tomada de decisões gerenciais, e não apenas complicadas ou difíceis?

Q6. Com que frequência você encontra situações em que métodos tradicionais de planejamento e tomada de decisão parecem insuficientes devido à complexidade e dinamismo do ambiente? E qual a importância destas situações para a organização?

As questões Q3 e Q4 buscavam entender a percepção do entrevistado quanto a desafios e também levantar exemplos de fatores inesperados nas operações cotidianas da empresa. Os executivos divergem entre variáveis externas e internas como fontes de complexidade. Os Entrevistados 01 e 02 citam os problemas geopolíticos e as recentes alterações nas tarifas de importação (EUA/Trump) como fatores que alteram a dinâmica do mercado subitamente. Os Entrevistados 04 e 11 focam na incerteza da inovação tecnológica e no impacto da IA, que comparam à chegada da internet. No âmbito interno, o Entrevistado 03 identifica as "vaidades organizacionais" e a estrutura informal como variáveis ocultas que travam projetos. Os Entrevistados 07 e 08 citam o exemplo da instabilidade tributária brasileira e a falta de direção clara como desafios constantes. O Entrevistado 05 destaca a dificuldade de modelar o comportamento humano e as decisões políticas. Partindo para o lado mais técnico, o Entrevistado 10 aponta a falta de conhecimento técnico em cibersegurança como barreira complexa, enquanto o Entrevistado 06 exemplifica dilemas morais, como a vacinação compulsória na pandemia. Por fim, o Entrevistado 09 ressalta a imaturidade e instabilidade do mercado brasileiro.

A consolidação das respostas das questões Q3 e Q4 mostra que, mesmo com a explicação inicial sobre os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, o conhecimento inicial não era suficiente para que todos trouxessem exemplos concretos e alinhados com os questionamentos, embora alguns tenham conseguido. Alguns dos exemplos citados pelos entrevistados eram na verdade desdobramentos muito similares aos exemplos citados na explicação que ocorreu precisamente antes da questão Q3. Ainda assim, por se tratar de uma questão aberta, foi possível capturar o conhecimento e a experiência dos entrevistados quanto ao tema, mesmo que levemente influenciado pela explicação prévia.

Já na questão Q5, que aborda a diferença entre Complexo e Complicado, há um consenso alinhado à teoria de que o que é simplesmente complicado é solucionável com dados e tempo adequado, mas aquilo que é complexo possui variáveis desconhecidas e imprevisíveis. Desta forma, foi possível observar a absorção da diferença entre os conceitos de complexo e complicado, o que melhorou a qualidade das respostas dos entrevistados. O Entrevistado 01 define como "incerteza permanente", e Entrevistado 10 enfatiza a incapacidade de prever o output das variáveis. Os Entrevistados 05 e 07 destacam que o complexo envolve questões comportamentais, como não saber a reação daquele com quem se está negociando (concorrente ou cliente). Os Entrevistado 04 e 06 reforçam a presença do fator humano, alegando que suas crenças e convicções tornam o sistema inerentemente complexo.

Ao questionar a frequência com que tais situações ocorrem e sua importância (questão Q6), os Entrevistados 02 e 11 afirmam que eventos disruptivos ocorrem em média a cada seis meses (guerras, secas, crises). Já o Entrevistado 01 vê a complexidade semanalmente na preparação do relatório de previsão de vendas, devido à mudança de foco que a empresa busca, na qual pretende que as chances de negociações apontadas pelas equipes de vendas se tornem algo menos abstrato e mais palpável, como se fossem compromissos. O Entrevistado 03 estima que 50% dos casos de planejamento enfrentam um elevado nível de complexidade. Os Entrevistados 08 e 09 consideram a frequência "muito grande" no desenvolvimento de negócios e logística. Ficou claro que alguns usaram os conceitos recém adquiridos como parte de sua própria resposta, mas ao mesmo tempo conseguiram trazer exemplos e situações de ocorrências reais que vivenciaram e que puderam conectar ao tema da pesquisa.

Pode-se perceber que a conceituação de alguns termos foi importante para melhor compreensão das perguntas e alinhamento das respostas, permitindo assim uma comparação justa entre cada uma delas. Também se notou que, mesmo sem conhecer a teoria em si, todos os entrevistados puderam trazer exemplos de algo que que já tinham vivido, o que foi muito valioso para a pesquisa. Desta forma podemos concluir que existe a confirmação de existência de situações complexas dentro da organização pesquisada.

Para todos os entrevistados, a importância de existir métodos confiáveis e robustos de planejamento e tomada de decisão é bastante elevada, pois determina a sobrevivência e a perenidade do negócio. Percebe-se que os entrevistados compreendem que, no cotidiano de uma organização, seja em situações simples ou em situações de complexidade, as decisões gerenciais precisam ocorrer constantemente. Caso contrário, a falta do correto planejamento e de decisões assertivas podem impactar negativamente o negócio.

4.4.2 Abordagens atuais para a complexidade

A pesquisa também visa avaliar como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões nestas situações. A tomada de decisão é um processo central na administração, mas em ambientes complexos, os métodos tradicionais de análise linear podem ter limitações.

O segundo bloco de questões tem como propósito principal avaliar como os gestores abordam o processo de tomada de decisão diante das situações complexas e quais critérios utilizam, contrastando com as limitações dos métodos tradicionais.

As questões deste bloco da entrevista foram as seguintes:

Q7. Ao se deparar com as situações complexas descritas, qual é a abordagem típica ou o processo que sua empresa segue para analisar e tomar decisões gerenciais?

Q8. Quais são os principais fatores ou critérios que você prioriza ao tomar decisões gerenciais em cenários altamente incertos ou complexos?

Q9. Em sua opinião, os métodos de planejamento tradicionais da sua empresa são totalmente eficazes no ambiente de complexidade? Por que ou por que não?

Q10. Como sua empresa tenta antecipar ou se preparar para eventos inesperados, como situações caóticas?

Q11. Avaliações de risco são conduzidas na sua empresa (*risk management*)? Elas incluem cenários que são altamente improváveis ou sem precedentes, como "cisnes negros"? Em caso positivo, por favor, descreva como é o processo de criação e avaliação destes cenários.

As questões Q7 e Q8 tentam obter informações sobre a abordagem típica e os fatores prioritários para tomar uma decisão frente à uma situação complexa. Todos os entrevistados afirmaram que não existe um protocolo ou um processo pré-definido pela empresa para atuar em caso de situações complexas que exijam decisões importantes e rápidas, mas a grande maioria dos entrevistados diz seguir, inicialmente, algum processo racional e lógico. Os Entrevistados 01, 03 e 05 tentam dividir o problema em problemas menores, coletando o máximo de dados possível para então tomar a decisão baseada em informações detalhadas, contudo, em situações muito críticas, recorrem à intuição dos mais experientes e ao colegiado dos executivos da empresa. Os Entrevistados 02 e 11 tomas suas decisões focando na aversão ao risco e na matriz de impacto, aplicando a racionalidade em previsões de causa e efeito. Os Entrevistado 09 e 10 priorizam a retenção de clientes e o equilíbrio psicológico da equipe, ou seja, focam no comportamento impacto humano. O Entrevistado 07 critica a falta de um processo estruturado, afirmando que a empresa atua de forma pontual ao se deparar com uma situação complexa, sem predefinições.

A questão Q9 busca informações especificas sobre os processos de planejamento em um ambiente complexo, entretanto tanto o entrevistador quanto os entrevistados incluíram também comentários sobre tomada de decisão. De forma unânime, os entrevistados afirmaram que os processos atuais não são eficazes em situações de alta complexidade, entretanto a grande maioria também afirmou que não possuírem a expectativa para tal, como relatam os Entrevistados 05 e 11 ao dizer que nenhum método é 100% eficaz para situações complexas. Os Entrevistados 02 e 04 são enfáticos em dizer que a falta de eficiência em planejamento e tomada de decisão no ambiente complexo atual deve-se ao fato que os métodos tradicionais são lineares e rígidos, com pouca flexibilidade para tratar aquilo que foge das regras comuns.

As questões Q10 e Q11 verificam a existência de processos ou modelos que visam antecipar situações de crise (complexas). Para a questão aberta Q10, a grande maioria dos respondentes afirmou existir um processo chamado ERM (*Enterprise Risk*

Management), que também está presente em muitas outras corporações. Este processo é realizado pelos gerentes das áreas de negócios e de suporte, listando possíveis situações ou eventos inesperados (riscos), vinculando cada um deles a uma graduação de probabilidade de ocorrência e de impacto caso ocorra, gerando uma matriz de risco e impacto. É solicitado que o realizador desta matriz também tente trazer possíveis soluções para as situações listadas, entretanto, esta lista é majoritariamente composta por fatores com pouca atuação por parte da empresa, como flutuação cambial, escassez mundial de matéria-prima base para a fabricação de componentes eletrônicos ou crise geral nos processos logísticos globais. Mesmo com este processo sendo citado por muitos, os Entrevistados 03 e 07 acreditam que a empresa não faz nenhuma preparação para antecipar eventos complexos, mas sim reage rápido a eles quando surgem, justamente porque não entendem que o ERM visa a operação cotidiana local entre a empresa e os clientes, e sim de tema mais corporativos globais e de grande escala.

A questão Q11 lembrava da existência do processo ERM àqueles que não o citaram naturalmente na questão anterior, e trazia também a dúvida específica sobre a capacidade deste processo (ou de outro existente) em atender às demandas de um evento do tipo Cisne Negro, que geram mudanças repentinas de paradigmas e, normalmente, precisam de decisões rápidas e precisas. Quase todos concordam que o ERM da empresa é robusto para riscos conhecidos, mas falha em tratar eventos do tipo Cisne Negro. O Entrevistado 03 descreve o processo como algo para cumprir procedimentos obrigatórios, que é auditável, mas muito pouco criativo). Os Entrevistados 01 e 05 observam que o processo existente possui foco em riscos conhecidos e com probabilidades pequenas, entretanto não é capaz de chegar a analisar aquilo que é improvável ou inédito, que são características básicas de um evento do tipo Cisne Negro.

Ou seja, neste bloco de questões, muitos entrevistados relataram a existência de um mapeamento de riscos, a probabilidade de ocorrem, o impacto caso ocorram e o que a empresa deve fazer caso ocorram. Porém, houve uma unanimidade quanto a este processo não ser devidamente robusto para atender ao ineditismo e à baixa probabilidade de eventos complexos do tipo Cisne Negros.

4.4.3 Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade

Adicionalmente, a pesquisa visa analisar quais elementos das Teorias do Caos e da Complexidade se aplicam às situações complexas descritas pelos entrevistados. A Teoria do Caos estuda sistemas dinâmicos não-lineares caracterizados pela imprevisibilidade e sensibilidade às condições iniciais, enquanto a Teoria da Complexidade lida com sistemas complexos adaptativos com inúmeras partes e variáveis interagindo de forma dinâmica e não-linear.

Para o terceiro bloco da entrevista, o propósito é analisar se as experiências dos gestores refletem conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, como a sensibilidade às condições iniciais e a não-linearidade.

As questões deste bloco da entrevista foram as seguintes:

Q12. Você já observou em seu ambiente de trabalho situações em que uma pequena mudança levou a resultados desproporcionalmente grandes e inesperados? Algo que parecido ao conceito de "efeito borboleta"? Você pode descrever uma ocorrência assim?

Q13. No mercado em que atua, você acredita que as relações de causa e efeito são sempre diretas e lineares, ou há situações onde ações levam a resultados imprevisíveis, desproporcionais e/ou não-lineares?

Q14. Como você descreveria o ambiente do setor de automação industrial brasileiro – é geralmente previsível e estável, ou é similar a um sistema dinâmico, com constantes interações e adaptações?

Q15. Existem padrões ou comportamentos no mercado que, à primeira vista, parecem caóticos ou inesperados, mas que após uma análise mais atenta, podem revelar alguma estrutura racional, simples e linear?

A questão Q12 buscava por exemplos de situações do tipo “Efeito Borboleta”, para justamente analisar a compreensão dos entrevistados quanto ao tema. A lista de exemplos, com o pequeno distúrbio na entrada do sistema e sua consequência desproporcional, está apresentada no quadro abaixo:

Quadro 4.3 – Lista de exemplos de situação do tipo “Efeito Borboleta”

Exemplos de decisões gerenciais reais (pequeno distúrbio na entrada do sistema)	**Consequência(s)** (impacto desproporcional na saída do sistema)
Entrevistado 01: Manter trabalho às sextas durante a pandemia de COVID-19, diferentemente de alguns concorrentes	Aumento de vendas, elevação do grau de confiança dos clientes
Entrevistado 02: Não mais atuar do mercado de motores elétricos de pequeno porte em 2014	Permitiu ascensão global de um concorrente local
Entrevistado 03: Adoção de “*blueprints*” de consultorias sem a devida análise crítica	Iniciativas falharam miseravelmente ao tentar alcançar seus objetivos, gerando planos de ação ineficientes e até prejudiciais quando seguidos à risca
Entrevistado 04: Altos executivos deixaram de usar gravata e passaram a aparecer com roupas mais despojadas em eventos internos	Mudou o comportamento de toda a organização
Entrevistado 05: Mudança no sistema de gestão de canais de vendas e de categorias de parceiros	Elevou o volume de vendas de forma inesperada
Entrevistado 06: [não deu exemplo concreto]	[não deu exemplo concreto]
Entrevistado 07: Migração do sistema operacional da empresa (ERP)	Paralisou faturamento por seis meses, gerando perdas significativas de resultado financeiro
Entrevistado 08: Mudança de localidade do Centro de Distribuição	Gerou perda de confiabilidade e controle sobre datas de entrega, trazendo insatisfação de clientes e até perda de negócios
Entrevistado 09: Realização de uma negociação com valores incorretos, como preço de venda	Impactou negativamente e desestruturou o resultado anual de uma unidade de negócios

Entrevistado 10: A simples mudança no escopo de atividades de um colaborador, o qual provavelmente seria demitido pela baixa qualidade de entregas	Motivou o colaborador a triplicar sua produtividade, fazendo que permanecesse na empresa por muito mais tempo
Entrevistado 11: A troca de fornecedor responsável pelo transporte dos produtos aos clientes (transportadora)	Gerou uma crise substancial de insatisfação

Fonte: elaborado pelo próprio autor

As questões Q13 e Q14 fez com que os entrevistados refletissem sobre o setor de automação industrial brasileiro em que atuam e que estão inseridos, fazendo-os analisar a relação causa-efeito e o ambiente corporativo do setor em questão. De acordo com as respostas, prevalece a visão de que o ambiente é dinâmico e instável, e a maioria acredita que as relações causa-efeito não são lineares.

Por fim, a questão Q15 busca entender se os entrevistados reconhecem a existência de padrões ocultos, que podemos associar a Atratores Estranhos (Lorenz, 1972). Os Entrevistados 06 e 09 veem na Ciência de Dados e na IA a forma de encontrar ordem em ambientes e situações caóticas. O Entrevistado 11 acredita que o aprendizado com a experiência revela padrões antes invisíveis.

4.4.4 Melhorando a tomada de decisão com a teoria

Por meio da análise e comparação dos objetivos específicos 2 e 3, a pesquisa visa investigar como as Teorias do Caos e da Complexidade podem melhorar a tomada de decisão gerencial em situações de complexidade. Isso envolve considerar que o ambiente empresarial, assim como outros sistemas na natureza, é complexo e que a aceitação e entendimento dessa complexidade pode ajudar na preparação e execução de ações para mitigar efeitos de crises. Abordagens tradicionais têm limitações, e novas abordagens baseadas na teoria da complexidade podem sugerir práticas de gestão que promovam maior resiliência e capacidade adaptativa.

O propósito do quarto, e último, bloco da entrevista é avaliar as percepções sobre a necessidade de novas abordagens para a tomada de decisão em ambientes complexos e explorar a aplicabilidade potencial das ideias das Teorias do Caos e da

Complexidade para melhorar a gestão, promovendo resiliência e capacidade adaptativa. As questões deste bloco da entrevista foram as seguintes:

Q16. Com base na sua experiência com situações complexas, você acredita que há necessidade ou espaço para novas abordagens e/ou frameworks para a tomada de decisões gerencias? Algo diferentes dos métodos tradicionais? Em caso positivo, quais seriam estas abordagens e frameworks?

Q17. Ao invés de ignorar que o mundo é complexo e acreditar apenas em previsões lineares, as Teorias do Caos e da Complexidade sugerem: (1) a importância de reconhecer a imprevisibilidade, (2) focar na adaptabilidade e resiliência, (3) aprender com pequenas mudanças e (4) entender a dinâmica dos sistemas. Como estes conceitos podem ser relevantes e úteis para as tomadas de decisões gerenciais na sua empresa?

Q18. Conceitos como (a) “construção de resiliência”, (b) “promoção de adaptação contínua”, e (c) “processos de planejamento iterativo” (em vez de planos rígidos e de longo prazo) poderiam ajudar sua empresa a navegar melhor em cenários complexos e imprevisíveis? Como?

Q19. Quais ferramentas, metodologias, estruturas organizacionais ou mudanças culturais você acredita que seriam necessárias para implementar novas abordagens de tomada de decisão que sejam mais adequadas a um ambiente complexo e imprevisível?

Q20. Analisando os tomadores de decisão da sua empresa, de forma geral, você acredita que eles estariam dispostos a explorar e adotar abordagens inovadoras de planejamento e tomada de decisão, influenciadas pelas teorias do Caos e da Complexidade? Por quê?

As questões Q16, Q17 e Q18 pede a reflexão dos entrevistados quanto à necessidade de novas abordagens e conscientização de toda a corporação quanto aos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, assim como à existência de situações caóticas e complexas. Especificamente na questão Q16, todos concordam que há espaço para novos frameworks. Os Entrevistados 01 e 02 sugerem o uso de IA Generativa para modelar cenários hipotéticos, que poderiam ajudar a prever a

ocorrência de eventos do tipo Cisne Negro. O Entrevistado 04 defende substituir planos rígidos por OKRs (*Objectives and Key-Results*) de curto prazo, em substituição aos planos estratégicos rígidos e pouco flexíveis. O Entrevistado 11 sugere a criação de grupos de trabalho diversos para capturar perspectivas diferentes e assim conseguir abranger os antigos temas de uma nova forma, com novas ferramentas e procedimentos.

Ao responder as questões Q17 e Q18, os entrevistados foram unânimes uma vez mais ao dizer que os conceitos de antifragilidade e resiliência devem ser tratados como algo fundamental para a empresa. De acordo com os entrevistados, sem estas habilidades, a empresa fica menos preparada para eventuais situações complexas, portanto é de extrema importância que tais conceitos sejam disseminados par todos os colaboradores da empresa, a fim de criar um ambiente de trabalho com mecanismos mais robustos e eficazes na tratativa de tais situações complexas.

As duas últimas questões, Q19 e Q20, investigam a visão sobre as possibilidades futuras quanto às mudanças necessárias em processos e ferramentas, além da própria flexibilidade dos tomadores de decisão em adotar novas formas de planejamentos e tomada de decisão.

Os Entrevistado 03 e 04 focam na segurança psicológica, flexibilidade e tolerância para permitir erros e aprendizado, como em ambientes que promovem o conceito de AGILE (errar rápido, aprender rápido, corrigir rápido). O Entrevistado 01 propõe a descentralização da tomada de decisão para aproximar a decisão do cliente, ou seja, permitir que a organização local seja mais autônoma e menos dependente da casa-matriz. O Entrevistado 08 pede o retorno da fundamentação acadêmica estratégica, para que o conhecimento básico sobre os conceitos de complexidade passe a ser parte da cultura da empresa, melhorando assim a qualidade das tomadas de decisão no futuro. O Entrevistado 09 sugere a criação de um histórico que armazene as situações encontradas pelos gestores, as específicas decisões tomadas em tais circunstâncias e o impacto de tais decisões. Tal base de dados deve então ser compartilhada como fonte de aprendizagem.

Por fim, para a questão Q20, a maioria enxerga claramente uma abertura, impulsionada pelo dinamismo atual do mercado e pela compreensão dos demais gestores da necessidade em aprimorar processo, métodos e ferramentas para que sejam mais eficazes ao tratar de situações ou problemas complexos. Os Entrevistados 05 e 11 reafirmam que a necessidade de adaptação é hoje tão óbvia

que qualquer resistência à implantação de novas tratativas à complexidade tende a diminuir.

Apenas dois entrevistados relataram que poderia haver um bloqueio para a implementação de novas ferramentas. O Entrevistado 03 acredita que pode haver certa resistência em quem prefere o formato tradicional e auditável, dentro dos processos e padrões já existentes. O Entrevistado 04 alerta para a existência do hiper-racionalização de altos cargos executivos, que podem bloquear a aplicação de novos instrumentos de planejamento e tomada de decisão pelo fato de não acreditarem que possa haver algo seja realmente aplicável em situações de alta complexidade.

Diferentemente dos demais, o Entrevistado 01 acredita que tal flexibilidade para introdução de novos processos e ferramentas existe, mas faz uma reflexão sobre quem é o verdadeiro tomador de decisão na hierarquia de uma empresa multinacional europeia, insinuando que a iniciativa de criar novos métodos para tratar a complexidade deve partir da casa-matriz, ou pelo menos, ter o seu compromisso – caso contrário, tal iniciativa pode nem sequer a se aplicada, por melhor que possa ser.

4.5 ANÁLISE GERAL DAS RESPOSTAS

A análise geral das respostas mostra que as entrevistas foram consistentes e complementares entre si. O rol de entrevistados possui diversidade em relação ao gênero, ao mesmo tempo que conta com um grupo de gestores e executivos com carreiras muito similares entre si. Nota-se também pouca variedade de formações acadêmicas distintas, uma vez que dentre os 11 entrevistados, temos apenas 2 cursos de formação acadêmica: engenharia e administração. Agrega-se a isto, o fato de que todos possuem algum tipo de pós-graduação, sempre na área de administração, gestão e liderança. A idade média dos respondentes (48 anos), o tempo atuando médio no setor de automação industrial (21 anos) e o tempo médio em posições de gestão (14 anos), garantem a experiência e vivência necessárias para que as entrevistas fossem ricas de detalhes e contivessem casos reais de situações caóticas, complicadas e complexas – foco deste estudo.

De forma geral, percebe-se nas entrevistas que não existe o conhecimento conceitual das Teorias do Caos e da Complexidade por parte dos entrevistados. Existem sim, conceitos criados e enraizados pelo conhecimento empírico adquirido

ao longo de anos de experiência em gestão. Isto fica muito claro ao consolidarmos as respostas da questão Q2, o que também ratifica a necessidade de haver uma equalização mínima do conhecimento básico, sobre tais teorias para que as questões de Q3 a Q20 pudessem ser respondidas e, posteriormente, comparadas entre si. Sem esta equalização prévia, poderíamos nos deparar com respostas que fugissem muito da base teórica deste trabalho.

As respostas convergem para um cenário onde, mesmo sem se conhecer a teoria acadêmica, encontram-se evidências sobre a existência de situações caóticas, complicadas e complexas. Confirma-se também o entendimento da importância da correta tomada de decisão em situações como estas, para que não haja impacto negativo nas operações da empresa. Há um entendimento comum também no que diz respeito aos métodos e procedimentos adotados atualmente, os quais não são suficientemente robustos para tratar de forma correta e abrangente todos os aspectos de situações complexas. Por fim, mas não menos importante, as respostas dos entrevistados fornecem evidências a existência de um ambiente que permite a implementação de novos métodos de trabalho, mesmo que o cenário não seja totalmente propício a isto – como pelo fato de que a empresa tende a ser conservadora em rígida quanto aos processos existentes.

4.5.1 Roteiro de entrevista modificado

Com o intuito de fazer uma análise geral adicional da entrevista e dos seus respectivos blocos, criou-se uma nova lista de enunciados para as questões originais, de forma que estas novas respostas pudessem ser compiladas de forma binária. Este novo Roteiro de Entrevistas será denominado “roteiro de entrevista modificado”, ou simplesmente “roteiro modificado”.

Para realizar a tabulação e análise binária, os enunciados das questões foram reescritos para que a análise de conteúdo pudesse ser interpretada e resumida em apenas duas possibilidades: SIM e NÃO. Em alguns casos, o sentido do enunciado da questão foi invertido para que todo o bloco de questões pudesse ter a mesma resposta binária de acordo com a ideia por trás deste bloco (vide a descrição dos blocos do Roteiro de Entrevista no início deste capítulo). Algumas questões ainda foram combinadas em pares para facilitar a compilação e sua análise.

Abaixo é possível ver a lista de perguntas, e seus respectivos blocos (estes foram mantidos os mesmos do roteiro de entrevista original):

ROTEIRO DE ENTREVISTA MODIFICADO

BLOCO 1: Identificando a complexidade

[Q2] O conceito das Teorias do Caos e da Complexidade era algo totalmente novo e desconhecido para o entrevistado?

[Q3] Existem desafios que podem ser considerados complexos para a tomada de decisão gerencial?

[Q4/Q5] O entrevistado trouxe exemplos de situações complexas que não sejam as mesmas dos exemplos citados nas explicações sobre os conceitos?

[Q6] O entrevistado entende ser importante tratar situações complexas de maneira estruturada?

BLOCO 2: Abordagens atuais para a complexidade

[Q7] Na empresa, existe alguma forma estruturada para tratar as situações complexas?

[Q8] Na empresa, existem critérios pré-definidos para a tomada de decisão em uma situação complexa?

[Q9] Na empresa, os métodos existentes de planejamento e tomada de decisão são eficazes?

[Q10] A empresa possui métodos eficazes para antecipar ou se preparar para eventos inesperados e complexos?

[Q11] A Gestão de Risco (*Risk Management*) existente na empresa é eficaz para eventos complexos?

BLOCO 3: Aplicando elementos das Teorias do Caos e da Complexidade

[Q12] O entrevistado trouxe exemplo real de situação caótica, do tipo Efeito Borboleta?

[Q13/Q14] O mercado apresenta situações de comportamento não-linear?

[Q15] O entrevistado identifica atratores estranhos na operação da empresa?

BLOCO 4: Melhorando a tomada de decisão com a teoria

[Q16] Existe a necessidade de novos métodos para tomada de decisão em situações complexas?

[Q17/Q18] O entendimento dos conceitos por trás das Teorias do Caos e da Complexidade poderiam ajudar a empresa a lidar melhor com situações complexas?

[Q19] Existem pontos de melhoria na empresa para métodos mais eficazes de tomada de decisão fossem implementados?

[Q20] Haveria adesão do corpo gerencial da empresa na busca e implementação de novos métodos de tomada de decisão?

4.5.2 Análise das respostas binárias do roteiro de entrevista modificado

Após criar o roteiro de entrevista modificado, foi necessário fazer uma nova interpretação das respostas de cada entrevistado para que pudessem ser tabuladas de forma binária. Mesmo o roteiro de entrevistas original tendo sido concebido no formato de perguntas abertas, o contexto e conteúdo das respostas permite, com certa facilidade, interpretá-las de forma binária. Ou seja, ao elaborar um novo roteiro de perguntas fechadas (SIM ou NÃO) e analisar cada uma das respostas, é possível compreender e definir qual seriam as respostas dos entrevistados caso fosse aplicado o questionário de perguntas fechadas. O quadro a seguir mostra o resultado desta análise e interpretação.

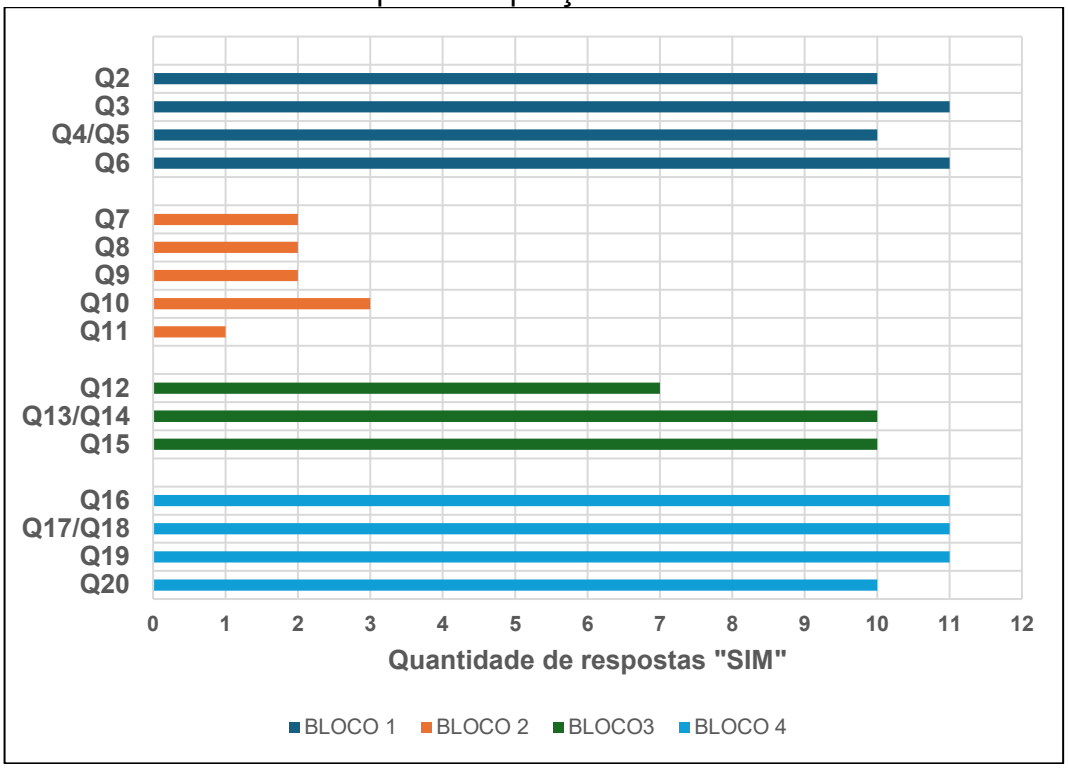
Quadro 4.4 – Resultado da análise das respostas individuais ao Roteiro de Entrevistas modificado para compilação binária

	Entrevistado 01	Entrevistado 02	Entrevistado 03	Entrevistado 04	Entrevistado 05	Entrevistado 06	Entrevistado 07	Entrevistado 08	Entrevistado 09	Entrevistado 10	Entrevistado 11	**Quantidade de respostas SIM**
BLOCO 1												
Q2	S	S	N	S	S	S	S	S	S	S	S	**10**
Q3	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**11**
Q4/Q5	S	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	**10**
Q6	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**11**
BLOCO 2												
Q7	S	N	N	N	N	N	N	S	N	N	N	**02**
Q8	N	S	N	N	N	S	N	N	N	N	N	**02**
Q9	N	N	N	N	N	N	N	S	N	S	N	**02**
Q10	S	S	N	N	S	N	N	N	N	N	N	**03**
Q11	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	**01**
BLOCO 3												
Q12	S	S	N	N	S	N	S	S	N	S	S	**07**
Q13/Q14	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	**10**
Q15	S	S	S	S	N	S	S	S	S	S	S	**10**
BLOCO 4												
Q16	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**11**
Q17/Q18	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**11**
Q19	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**11**
Q20	N	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	**10**

Fonte: elaborado pelo próprio autor

Com a compilação das respostas binárias, é possível tabular e apresentar em forma de gráfico os resultados encontrados, complementando o detalhamento das análises iniciais. Esta apresentação permite compreender melhor os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade que os entrevistados possuem, assim como a situação que a empresa pesquisada apresenta sobre tais conceitos – do ponto de vista dos entrevistados.

Gráfico 4.1 – Compilação das respostas ao Roteiro de Entrevistas modificado para compilação binária



Fonte: elaborado pelo próprio autor

Através da análise do gráfico elaborado com as questões do roteiro de entrevista modificado, é possível perceber a tendência de unanimidade nas respostas. De maneira geral temos 3 blocos de questões com elevada quantidade de respostas “SIM”, e apenas um mostrando uma pequena quantidade – o que significa uma maior quantidade de respostas “NÃO”. Esta concentração de respostas semelhantes em cada bloco permite uma análise mais detalhada sobre a compreensão dos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade por parte dos entrevistados, a opinião dos respondentes sobre a eficácia dos métodos existentes

para a tomada de decisão gerencial em situações complexas, e também a visão dos mesmos quanto à necessidade e possibilidade de instalação de novos métodos.

A análise dos gráficos do primeiro bloco traz, de forma nítida, a informação que o desconhecimento dos conceitos teóricos das Teorias do Caos e da Complexidade é praticamente unânime (referência específica à questão Q2). A análise deste bloco ainda contribui sobre outros pontos, ao trazer evidências claras de que os respondentes reconhecem a existência de situações complexas no seu ambiente de trabalho. Aqui é importante ressaltar que, com o intuito de melhorar a qualidade das respostas e nivelar o conhecimento entres os respondentes, o entrevistador apresentou os conceitos teóricos desta pesquisa para todos os entrevistados.

Analisando os gráficos do segundo bloco de questões do Roteiro Modificado, evidencia-se que praticamente todos os respondentes concordam e confirmam que os métodos existentes para suporte à tomada de decisão em situações complexas não são eficazes, e em alguns casos não existem. Ao se combinar as análises do primeiro bloco com as do segundo, a intuição nos leva a pensar em um possível cenário de falha operacional da empresa, uma vez que as evidências indicam um elevado reconhecimento da existência de situações complexas, ao mesmo tempo que inexistem processos e métodos capazes de lidar adequadamente com estes cenários.

Os gráficos do terceiro bloco trazem evidências de que aspectos da Teoria do Caos existem e são reconhecidos pelos respondentes, mesmo que estes não conheçam os conceitos teóricos deste tema. A compilação das respostas deste bloco foi um pouco mais complicada porque alguns respondentes detalharam bastante suas explicações, como, por exemplo, ao dizer que parte do mercado é estável enquanto outra a parte não o é. Ainda assim, com uma interpretação minuciosa, foi possível chegar a uma tabulação que representa as respostas dos entrevistados. Este bloco complementa o primeiro bloco, e os dois juntos abrangem todos os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade. Vale lembrar aqui que o Caos é uma das situações possíveis, com características e aspectos muito específicos, dentre todas as diversas situações abrangidas pela Teoria da Complexidade (vide Capítulo 2 desta pesquisa).

Por fim, a análise do quarto bloco mostra, evidências de que os respondentes enxergam a necessidade de métodos e processos diferentes aos atuais, para que situações complexas possam ser melhor tratadas, e assim evitar consequências não

planejadas e indesejadas. Nota-se também a unanimidade de que os conceitos teóricos por trás das Teorias do Caos e da Complexidade também podem ajudar na compreensão, e consequentemente, no tratamento de problemas ocasionados em situações complexas. Com as duas últimas questões, fica evidente a opinião dos respondentes de que existem pontos de melhoria em vista do que a empresa utiliza hoje, e que a implementação de novos métodos e processos poderia ser massivamente aceita pelos tomadores de decisão da companhia.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo do possível diálogo entre a prática e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisões gerenciais no setor de automação industrial brasileiro respondeu à Questão de Pesquisa proposta, alcançou seus objetivos principal e específicos, a ainda trouxe algumas evidências, descobertas fundamentais e esclarecimentos sobre o comportamento da alta gestão de uma empresa multinacional ao enfrentar situações complexas.

5.1 QUESTÃO DE PESQUISA E OBJETIVO GERAL

A Questão de Pesquisa buscou identificar qual a possível relação entre as práticas e os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade para a tomada de decisão gerencial em situações de incerteza, não linearidade e imprevisibilidade no setor de automação industrial brasileiro. O Objetivo Geral, portanto, foi pesquisar esta possível relação nas tomadas de decisão gerencial sob condições de incerteza no setor estudado.

O trabalho evidenciou que as Teorias do Caos e da Complexidade permeiam o ambiente da empresa pesquisada, mas de uma forma empírica, prática e quase imperceptível aos olhos daqueles que atuam como gestores e tomadores de decisão. Durante a entrevista, uma breve explicação sobre os conceitos destas teorias foi apresentada aos respondentes, justamente com o intuito de trazer uma base mínima de conhecimento para o completo entendimento das questões, e também para nivelar as respostas de forma que elas pudessem ser mais facilmente tabuladas.

O objetivo do estudo foi cumprido através de um estudo de caso único de dados, que capturou a experiência acumulada de profissionais com média de 21 anos de atuação no setor brasileiro de automação industrial. O resultado da pesquisa traz evidências de como a incerteza e a não linearidade são fatores presentes na rotina da empresa pesquisada, transformando o planejamento de longo prazo em uma atividade com baixa precisão, assertividade e confiabilidade, justamente devido à falta de previsibilidade do mercado brasileiro de automação industrial. O estudo validou que o entendimento corporativo sobre o caos é majoritariamente empírico e intuitivo, já que para a grande maioria dos entrevistados o conhecimento dos conceitos teóricos das Teorias do Caos e da Complexidade inexistia. De qualquer forma, sua aplicação prática acaba ocorrendo, e é crucial para a perenidade organizacional frente a eventos disruptivos.

A pesquisa percebeu a insuficiência dos métodos tradicionais de planejamento e tomada de decisão gerencial, que falham por não terem a capacidade de prever eventos de grande impacto, como crises geopolíticas, problemas logísticos de ordem global ou rupturas tecnológicas. Os resultados também indicam que a complexidade influencia a tomada de decisão ao exigir que o gestor assuma uma posição com base em experiência, uma vez que não existem roteiros predefinidos para as situações complexas. Também se fortalece a ideia de que é importante desenvolver e incentivar os conceitos de aprendizado contínuo e experimentação dentro da empresa. A disparidade de algumas situações é uma realidade visível nas operações, onde uma pequena decisão gera reações desproporcionais e imprevisíveis, conforme descrito na Teoria do Caos (Lorenz, 2005).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

O primeiro objetivo específico visava identificar o conhecimento existente sobre as teorias e suas contribuições para a tomada de decisão. A análise dos dados revelou uma lacuna significativa sobre o tema: o conhecimento dos conceitos teóricos e acadêmicos é quase inexistente entre os respondentes, com uma única exceção dentre os entrevistados que afirmou conhecer algo relacionado ao comportamento humano – e até citou o autor Edgar Morin. Contudo, identificou-se um robusto conhecimento intuitivo, onde o caos é quase sempre associado a crises operacionais (p. ex.: falha na cadeia de suprimentos de semicondutores), enquanto a complexidade é normalmente vinculada à dificuldade de prever o comportamento humano e as reações do mercado no médio e longo prazo A contribuição identificada é o reconhecimento de que o mundo corporativo moderno não é previsível, mas sim um sistema dinâmico que exige novas lentes interpretativas e formas de tratar as eventuais situações complexas.

O segundo objetivo específico buscou descrever como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões. O estudo destacou ainda que a empresa pesquisada não possui métodos e procedimentos estruturados e pré-definidos para atuar em situações de alta complexidade. Isto direciona os seus gestores e tomadores de decisão a adotarem uma forma individual de trabalho, tentando sempre reagir de forma rápida e menos impactante à situação imposta, em vez de possuir métodos estruturados de antecipação. Os resultados evidenciam que, na ausência de tais protocolos formais para situações complexas, alguns dos

gestores e tomadores de decisão adotam empiricamente uma abordagem que visa dividir o problema em partes, decompondo-o de forma a facilitar e viabilizar sua análise ("fatiar o elefante"). Adicionalmente, uma grande parte dos respondentes declarou que evita tomar decisões importantes sozinho, adotando um processo em que a tomada de decisão depende fundamentalmente da experiência, intuição e opinião de um colegiado estabelecido temporariamente para atender à demanda criada por aquela situação complexa específica. Os critérios definidos para a tomada de decisão variam para cada gestor, não são meramente técnicos, e tampouco pré-estabelecidos. Eles variam entre a aversão ao risco, minimização dos impactos nos resultados operacionais e questões relacionadas à gestão de pessoa. Dentre os respondentes, foi possível observar diferentes critérios, como controle de custos, manutenção da carteira de clientes, retenção de talentos e o equilíbrio e conforto psicológico das equipes.

O terceiro objetivo visa caracterizar quais elementos das Teorias do Caos e da Complexidade se aplicam às situações reais descritas. Estes elementos, encontrados ao longo das entrevistas, foram forjados e cunhados pelos grandes autores citados ao longo desta pesquisa, como Morin (2007), Taleb (2015) e Lorenz (1972). A pesquisa de campo identificou diversos elementos destas teorias presentes no setor, como a sensibilidade às condições iniciais presentes na teoria do Caos e descrito como “Efeito Borboleta”, que foi evidenciada em alguns dos exemplos citados pelos respondentes. Também foi citada a complexidade e ineditismo dos eventos do tipo “Cisnes Negros”, os quais puderam ser identificados na pandemia de COVID-19 e em aquisições e fusões inesperadas de empresas. A não-linearidade da Teoria do Caos pôde observada nas falhas da cadeia de suprimentos e nas reações desproporcionais de clientes a mudanças sutis em políticas comerciais, assim como atratores estranhos (Lorenz, 1972) puderam ser percebidos nos padrões ocultos de comportamento de mercado quando da ocorrência de uma situação complexa.

O quarto objetivo específico investigou como as Teorias do Caos e da Complexidade podem melhorar a tomada de decisão gerencial. As respostas das entrevistas trouxeram elementos que poderiam aprimorar a gestão através de sua implementação, como a adoção de OKR (*Objective and Key Results*), um novo método de definição de metas que visa alcançar objetivos e resultados gerais e menos específicos que os encontrados nos modelos de planejamento atual. Adicionalmente, alguns entrevistados citaram uma possível evolução com o uso de

planejamento iterativo, em ciclos curtos de adaptação contínua, em substituição aos planos rígidos de longo prazo. Quanto às atividades operacionais, a descentralização do poder e o aumento da responsabilidade das equipes próximas ao cliente, poderia melhorar a resposta de toda a organização ao se reduzir o tempo de resposta em situação complexas, de acordo com parte dos respondentes. No que tange à gestão de pessoas, os entrevistados citaram a importância de se garantir a segurança psicológica dos colaboradores numa situação de crise e complexidade. A incerteza dos resultados das decisões tomadas pode criar pressão excessiva em algumas pessoas, e, de acordo com alguns relatos, a implementação de uma cultura que tolera o erro no experimento, permitindo que a organização aprenda e se torne mais forte após crises, poderia trazer menos desconforto às equipes – uma analogia direta a antifragilidade (Taleb, 2015). Por fim, um dos temas mais modernos e atuais, a Inteligência Artificial, também foi citada como uma possível ferramenta para a melhoria nas tomadas de decisão e tratativa dada ao se deparar com situações complexas, por exemplo, aplicando-a em modelagem de inúmeros cenários hipotéticos com a finalidade de preparar a liderança para eventos raros e imprevisíveis.

5.3 CONTRIBUIÇÕES ACADÊMICAS

As principais contribuições desta pesquisa para o campo acadêmico residem na identificação da lacuna entre o conhecimento conceitual teórico e o conhecimento empírico adquirido pelos executivos ao longo de sua experiência nas organizações. Os resultados obtidos na pesquisa de campo indicam que os gestores e tomadores de decisão entrevistados demonstram conhecimento limitado ou inexistente sobre os conceitos acadêmicos das Teorias do Caos e da Complexidade, entretanto suas práticas decisórias apresentam, de forma empírica, elementos consistentes com os princípios conceituais dessas teorias.

A Teoria do Caos, que analisa sistemas sensíveis às condições iniciais, determinísticos, mas com comportamentos imprevisíveis ao longo prazo, ajuda a compreender o entendimento dos entrevistados acerca de eventos inesperados que produzem impactos desproporcionais nas operações organizacionais. Situações como rupturas na cadeia de suprimentos, variações abruptas de demanda ou alterações regulatórias, podem ser vistas como situações dinâmicas, não-lineares e imprevisíveis, nas quais pequenas variações ambientais geram consequências

amplificadas (Lorenz, 2005). Paralelamente, autores como Taleb (2015) defendem que organizações operam como sistemas adaptativos compostos por diversos agentes interdependentes, com imprevisibilidade e não-linearidade, ou seja, num ambiente de elevada complexidade. As entrevistas evidenciaram que as decisões gerenciais raramente são tomadas de forma isolada, e na verdade, envolvem discussões em colegiado, interações entre diferentes áreas, fornecedores, clientes e variáveis externas.

Sob a perspectiva da Racionalidade Limitada (Simon, 1997), os resultados da pesquisa tornam-se ainda mais elucidativos, uma vez que os entrevistados reconhecem limitações quanto à processos, métodos e informações para a tomada de decisão, usando frequentemente a intuição e experiência adquirida ao longo da carreira. Essa evidência observada na pesquisa de campo confirma que o processo de tomada de decisão documentado e estruturado é substituído por escolhas satisfatórias, especialmente em ambientes caracterizados por incerteza estrutural.

A contribuição de Taleb (2015) também se mostra relevante na interpretação dos resultados. Embora os entrevistados não utilizem explicitamente o conceito de “Cisne Negro”, há reconhecimento implícito de eventos de alto impacto e baixa previsibilidade. Além disso, algumas práticas relatadas, como manutenção de redundâncias operacionais e diversificação de fornecedores, podem ser interpretadas como mecanismos organizacionais de redução de fragilidade. Mais ainda, o comportamento diferenciado em atuar de forma específica em situações caóticas perante seus clientes, fazendo com que os resultados operacionais sejam menos impactados, aproximam-se do conceito de antifragilidade, mesmo que ainda não formalmente reconhecidas como tal pelos executivos (por falta do conhecimento teórico). Dessa forma, os dados resultantes da pesquisa sugerem que a organização estudada opera em um ambiente complexo, onde características como volatilidade, incerteza, ambiguidade, fragilidade e não-linearidade fazem parte das condições normais. Nesse cenário, a racionalidade plena se torna inviável, e a adaptação contínua é algo obrigatório para a saúde da corporação (Simon, 1997).

Importante destacar, mais uma vez, que a pesquisa não encontrou evidências claras de aplicação consciente ou deliberada dos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade como ferramentas formais de gestão. Entretanto, identificou atitudes de seus executivos que vinculam tais princípios teóricos com as práticas gerenciais observadas, e assim é possível admitir que organizações podem desenvolver

comportamentos adaptativos de forma empírica antes da adoção formal de conceitos acadêmicos e elaboração de processos e métodos definidos para a tomada de decisão. Além disso, a integração entre referencial teórico e o resultado das entrevistas indica que modelos lineares são insuficientes para a prática da tomada de decisão em ambientes complexos, conforme relatado pelos próprios respondentes, e ao mesmo tempo, evidencia que a adaptação incremental, o aprendizado contínuo e a flexibilidade podem trazer melhorias. Assim, a pesquisa identificou uma relação entre as práticas e os conceitos das Teorias do cais e da Complexidade sobre as práticas decisórias reais, como se desejava buscar através do Objetivo Principal deste estudo.

5.4 CONTRIBUIÇÕES PROFISSIONAIS

Após analisar os relatos dos respondentes, esta pesquisa evidencia a necessidade de mudança na forma de enfrentar um problema complexo, sugerindo aos gestores e tomadores de decisão que atuem de forma mais flexível, ajustando planos e decisões pré-estabelecidas aos cenários reais encontrados na operação normal da empresa. Alguns dos entrevistados, por exemplo, indicaram que a empresa deveria adotar métodos e processos mais flexíveis para a elaboração de planos estratégicos, que hoje são rígidos e de longo prazo. Além disso, o resultado da pesquisa de campo também aponta a necessidade de promover certa segurança psicológica aos colaboradores e tolerância ao erro controlado, permitindo que a organização se torne mais forte após momentos de crise – conceito de antifragilidade (Taleb, 2015).

Embora as entrevistas indiquem que a busca por opiniões externas já é parcialmente aplicada no cotidiano, as respostas às questões reforçam a descentralização do poder, o que promove maior autonomia às equipes de operação, e o uso de colegiado para tomada de decisão como estratégia, como métodos para lidar com a complexidade. E, mesmo não tendo sido um tema discutido em profundidade nesta pesquisa, a IA Generativa também é apresentada como uma das ferramentas para ajudar na gestão e tomada de decisão, como na criação de cenários hipotéticos, que podem preparar a empresa para eventos raros e de alto impacto – conceito de Cisnes Negros (Taleb, 2015).

Por fim, dentro das contribuições que podem ser aplicadas em outras empresas, discutiu-se a criação de registros de causa/efeito quando do surgimento

de situações complexas, armazenando os dados existentes no momento da tomada de decisão, a decisão em si, e seus resultados e consequências. Esta base de dados, se consultada em outras ocorrências, tende a transformar os erros e acertos de um gestor em conhecimento coletivo para o aprendizado de toda a companhia.

Aproveitando os resultados desta pesquisa, e com o intuito de contribuir com os gestores e tomadores de decisão de empresas no setor de automação industrial e áreas correlatas, o Apêndice B apresenta um produto técnico-tecnológico que pode ajudar a reduzir os impactos causados em situações complexas. Trata-se de uma pequena coletânea de sugestões e comportamentos aparentemente eficientes em situações complexas, relatados pelos entrevistados na pesquisa de campo deste estudo. Nela, existem três partes que buscam trazer alguma orientação em diferentes fases: na identificação do caos e da complexidade, na preparação de elementos que podem evitar situações sem solução aparente e na aplicação ferramentas e métodos para melhorar as decisões após a instalação da situação complexa.

5.5 SOLUÇÃO VINDA DA IA

Como descrito ao longo do estudo, trazer uma solução para o mercado e para o pressuposto teórico não faz parte da lista de Objetivos Principal e Específicos desta pesquisa. Entretando, com a finalidade de testar o funcionamento das ferramentas disponíveis de Inteligência Artificial, o autor decidiu compartilhar com a plataforma NotebookLM, que utiliza o algoritmo Gemini da Google, a versão do dia 18 de Janeiro de 2026 desta Dissertação, e fazer um questionamento (*prompt*) sobre modelagem de cenários complexos. O quadro 5.1 apresenta a consulta e a íntegra da resposta.

Ou seja, é possível observar que a IA consegue orientar usuários a encontrar soluções para os problemas e limitações encontrados nas operações de empresas, mas, neste caso, isto não tem fundamentação acadêmica e, portanto, não deve ser utilizado em publicações ou estudos científicos – a menos que o estudo seja analisar as respostas da IA em si. Este item da pesquisa busca apenas aproveitar a massiva tendência do uso da IA como ferramenta digital do nosso cotidiano, e ver qual o seu comportamento ao se buscar solucionar problemas com este recurso.

Quadro 5.1 – Prompt e resposta da IA para modelar cenários complexos

De que forma a IA Generativa pode ser usada para modelar cenários de Cisnes Negros?
A Inteligência Artificial Generativa é identificada pelas lideranças entrevistadas como um agente de transformação fundamental para aprimorar a tomada de decisão estratégica em ambientes complexos e multivariáveis. Seu principal uso consiste na capacidade de modelar milhões de cenários hipotéticos em curto espaço de tempo, algo que os métodos de planejamento tradicionais e lineares não conseguem realizar. De forma específica, a IA pode ser utilizada para simular eventos de impacto extremo, raros e sem precedentes – os chamados Cisnes Negros – como crises geopolíticas severas ou fenômenos improváveis, a exemplo da metáfora de "um meteoro atingindo a Terra". Ao processar vastas quantidades de dados, a ferramenta auxilia na identificação de padrões ocultos e atratores estranhos que seriam ignorados por análises humanas convencionais. Outras contribuições da IA Generativa para a modelagem desses cenários incluem: a) Ajuste rápido de parâmetros: permite gerar curvas de resultados distintas instantaneamente, facilitando a visualização das consequências de pequenas mudanças nas variáveis de entrada (Efeito Borboleta); b) Combate ao hiper-racionalismo: ajuda a evitar que executivos de alta hierarquia simplifiquem excessivamente problemas complexos, oferecendo uma gama maior de perspectivas e soluções baseadas em aprendizado de máquina; c) Preparação para o imprevisível: atua como um instrumento de "*Smart Planning*" (planejamento inteligente), desenhado para adaptar a organização a desafios que não foram previstos no momento da concepção do plano original; d) Identificação de vieses: a inteligência artificial pode cruzar dados históricos de diversas unidades de negócio para encontrar soluções que já funcionaram em situações anômalas no passado, mas que não são de conhecimento geral da gestão atual. Dessa forma, a IA Generativa permite que os gestores tentem "colocar certeza dentro da incerteza", utilizando a simulação digital para antecipar reações a eventos disruptivos antes que eles ocorram fisicamente no mercado.

Fonte: elaborado pelo próprio autor

5.6 LIMITAÇÕES E SUGESTÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

Embora o estudo forneça informações interessantes, ele apresenta limitações inerentes à sua aplicação e desenho metodológico. A pesquisa, sendo um estudo de caso único, concentrou-se em executivos, gestores e tomadores de decisão de uma única organização multinacional, o que pode contribuir para a existência de alguns vieses específicos.

O conhecimento prévio dos conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, por parte dos entrevistados, poderia facilmente alterar o resultado desta pesquisa, e isto pode estar diretamente relacionado ao conteúdo de preparação e programa de treinamento dos gestores e tomadores de decisão da empresa pesquisada. A definição da lista de entrevistados foi elaborada buscando conversas com os principais executivos da empresa, portanto a amostragem das respostas concentra as percepções e os pontos de vista da alta gestão e diretoria, o que pode omitir perspectivas de níveis operacionais sobre como o caos e a complexidade é sentida no dia a dia. Adicionalmente, o fato de o pesquisador ter que explicar os conceitos teóricos antes das perguntas principais pode ter influenciado levemente a originalidade das respostas, embora tenha sido necessário para a coesão, alinhamento e posterior compilação destas respostas.

Ou seja, a pesquisa apresenta limitações em sua aquisição de dados, como o fato de ter sido analisada apenas uma empresa do setor e também de terem sido selecionados como entrevistados apenas a alta gestão da empresa. Ao identificar essas limitações, o estudo abre espaço para o desenvolvimento de novas abordagens baseadas na teoria da complexidade, sugerindo práticas de gestão que promovam maior resiliência, capacidade adaptativa e inovação. Essas novas abordagens podem envolver, por exemplo, a adoção de processos iterativos de planejamento, a valorização da experimentação e aprendizado contínuo e a utilização de métricas dinâmicas de performance.

Visando complementar e expandir os achados desta pesquisa, pode-se sugerir estudos em outras empresas, e até outros setores, o que permitiria comparar o conhecimento e a aplicação das Teorias do Caos e da Complexidade na tomada de decisão gerencial entre diferentes ambientes profissionais, e assim avaliar se a complexidade é sentida de forma distinta em cada um deles. A Inteligência Artificial, citada em parte das entrevistas realizadas neste estudo, pode também ser o tema de estudos complementares, como o de investigar como algoritmos podem ser

efetivamente integrados aos sistemas de gestão para prever e mitigar o impacto de situações complexas, inéditas e não previsíveis, ou seja, eventos do tipo “Cisnes Negros” (Taleb, 2015). Por fim, adotando uma das respostas específicas de um entrevistado, um novo estudo poderia investigar e analisar a correlação entre a autonomia de filiais de multinacionais e sua capacidade de resposta a crises locais.

Após analisar os dados obtidos através das respostas das entrevistas, notam-se indícios de que as Teorias do Caos e da Complexidade deixaram de ser apenas conceitos matemáticos, para se tornarem fundamentos de uma nova sabedoria empírica gerencial. Muito provavelmente, o aumento da incidência de situações complexas no cotidiano das empresas e a busca ativa pelos resultados planejados, fizeram com que a correta e efetiva tratativa à tais situações seja cada vez mais relevante. A sobrevivência no setor brasileiro de automação industrial exige que o decisor seja muito resiliente e aja menos como um engenheiro de sistemas lineares, com pensamentos puramente cartesianos, e mais como um navegador apto a ajustar as velas conforme as rajadas de vento imprevisíveis do mercado.

Em resumo, esta pesquisa pode ser um ponto de partida para novos estudos que tragam algumas confirmações do ambiente corporativo complexo:

a) a ausência de formalização conceitual sobre complexidade não impede sua vivência empírica;
b) a conscientização sobre princípios de não-linearidade e sensibilidade sistêmica pode aprimorar processos decisórios;
c) a incorporação deliberada de pensamento sistêmico pode reduzir vulnerabilidades organizacionais frente a eventos de alta disrupção.

REFERÊNCIAS

ANSELMO, E. **Modelo de gestão não-linear:** a teoria do caos e complexidade aplicada à gestão de empresas de alto crescimento em ambientes dinâmicos e imprevisíveis. 2005.

ANSOFF, I.; DECLERCK, R.; HAYES, R. **From Strategic Planning to Strategic Management**. John Wiley and Sons, 1973.

BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Editora UFMG, 2001.

BARBOSA, W.; CRISPIM, S. F. **As teorias do Caos e da Complexidade na Gestão Estratégica**. Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia-SEGeT, 2006.

BAYO, A. **Frameworks for strategic decision making**. Journal of Business Strategy, 2022. v. 43, n. 1, p. 45-53.

BENNETT, N.; LEMOINE, G. J. **What VUCA really means for you**. Harvard Business Review, 2014.

BISWAS, H.; HASAN, M.; BALA, S. **Chaos theory and its applications in our real life**. 2018.

BROWN, S. L.; EISENHARDT, K. M. **The art of continuous change:** Linking complexity theory and time-paced evolution in relentlessly shifting organizations. Administrative Science Quarterly, 1997. p. 1-34.

CAPRA, F. **A teia da vida**. São Paulo: Cultrix. 1996.

DAMODARAN, A. **Gestão estratégica do risco** : uma referência para a tomada de riscos empresariais. Porto Alegre : Bookman, 2009

DEVANEY, R. L. **An introduction to chaotic dynamical systems**. Addison-Wesley. 1989.

DOZ, Y. L.; KOSONEN, M. **Fast strategy:** How strategic agility will help you stay ahead of the game. Pearson Education, 2008.

DRUCKER, P. **Essential wisdom** – A HBR book. 2006.

DRUCKER, P. **The Practice of Management**. 2007.

DRUCKER, P. **The essential Drucker:** Selections from the management works. Routledge, 2011.

EISENHARDT, K.; ZBARACKI, M. **Strategic Decision Making**. Strategic Management Journal, 1992.

FLICK, U. **An Introduction to Qualitative Research**. London: Sage Publications, 2014.

GALVÃO, M.; RICARTE, I. **Revisão sistemática da literatura:** conceituação, produção e publicação. 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. Editora Atlas, 2017.

GLEICK, J. **Chaos: Making a new science**. Penguin Books, 1987.

GODOY, A. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. RAE – Revista de Administração de Empresas, São Paulo, 1995. v. 35, n. 2, p. 57-63.

GRANT, M. J.; BOOTH, A. **A typology of reviews:** an analysis of 14 review types and associated methodologies. 2019.

HAMBRICK, D. C.; FREDRICKSON, J. W. **Are you sure you have a strategy?** Academy of Management Executive, 2005. v. 19, n. 4, p.48-59.

HAMBRICK, D. C.; MASON, P. A. **Upper echelons**: the organization as a reflection of its top managers", Academy of Management Review, 1984. v. 9. n. 2, p. 193-206.

HARRISON, E. F.; PELLETIER, M. A. **The essence of management decision**. Management decision, 2000. 38(7), 462-470.

KHOSROWSHAHI, F.; HOWES, R. **A framework for strategic decision-making based on a hybrid decision support tools**. Journal of Information Technology in Construction: 2005. 10. 111 - 124. ISSN 1874-4753

LARTEY, F. M. **Chaos, complexity, and contingency theories:** A comparative analysis and application to the 21st century organization. Journal of Business Administration Research, 2020.

LENGNICK-HALL, C. A.; BECK, T. E. **Adaptive fit versus robust transformation:** How organizations respond to environmental change. Journal of Management, 2005. p. 738-757.

LEVY, D. **Chaos theory and strategy:** Theory, application, and managerial implications. Boston: Strategic management journal, University of Massachusetts, 1994.

LORENZ, E. N. **Deterministic nonperiodic flow**. Journal of the Atmospheric Sciences, 1963. v. 20, p.130-141.

LORENZ, E. N. Predictability: **Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas?** Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1972.

LORENZ, E. N., & HAMAN, K. **The essence of chaos**. London: UCL Press, 2005

MAKRIDAKIS, S. G. **Forecasting, planning, and strategy for the 21st century**. New York: The free Press, 1990.

MANDELBROT, B. **The fractal geometry of nature**. W. H. Freeman, 1983.

MASHURI, A.; ADENAN, N. H.; KARIM, N. S.; WEI, T.; ZENG, Z. **Application of Chaos Theory in Different Fields** – A Literature Review. Journal of Science and Mathematics Letters, 2024. v. 12, p. 92-101.

MAZZON, J. A. **Formulação de um modelo de avaliação e comparação de modelos em marketing**. 1978. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAZZON, J. A. **Análise do programa de alimentação do trabalhador sob o conceito de marketing social**. 1981. Tese (Doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo, São Paulo.

MINTZBERG, H. **Ascenção e queda do planejamento estratégico**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 359 p.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B. W.; LAMPEL, J. **Safári de Estratégia:** um roteiro pela selva do planejamento estratégico. Porto Alegre: Bookman, 2000. 392 p.

MORIN, E.; LISBOA, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Porto Alegre: Sulina, 2007. v. 3.

MOHER, D.; LIBERATI, A.; TETZLAFF, J.; ALTMAN, D. **Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement**. Journal of Clinical Epidemiology, 2009. V. 62, p. 1006 - 1012.

OLIVO, R. **Breve História das Finanças e as suas lições práticas para investidores**. São Pualo: Actual, 2021.

NIELSEN, F.; OLIVO, R.; MORILHAS, L. **Guia prático para elaboração de monografias, dissertações e teses em administração**. São Paulo: Saraiva Educação, 2018.

PLATT, M.; HUETTEL, S. **Risky Business:** the neuroeconomics of decision making under uncertainty. Nature Neuroscience, 2008. v. 11, n. 4, p. 398-403.

PORTER, M. E. **How competitive forces shape strategy**. Harvard Business Review, 1979.

PORTER, M. E. **Competitive advantage:** Creating and sustaining superior performance. Free Press, 1985.

RUELLE, D.; Takens, F. **On the nature of turbulence**. Communications in Mathematical Physics: 1971. v. 20(3), p.167-192.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO. M. P. **Metodologia de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora Penso, 2013.

SIDDAWAY, A. P.; WOOD, A. M.; HEDGES, L. V. **How to do a systematic review:** a best practice guide for conducting and reporting narrative reviews, meta-analyses, and meta-syntheses. Annual Review of Psychology, 2019. v. 70, n. 1, p. 747–770.

SIMON, H. A. **Administrative behavior:** a study of decision-making processes in administrative organizations. New York: The Free Press, 1997.

SOBRAL, J.; OLIVO, R.; SALES, G.; SILVA, F. **Antifragilidade aplicada aos planos de negócios e orçamentos empresariais**. 2022.

STACEY, R. D.; MOWLES, C. **Strategic management and organizational dynamics**. Financial Times Pitman Publishing, 2016. 7. ed.

TALEB, N. **Antifrágil**. Rio de Janeiro: Best Business, 2015.

TALEB, N. **A lógica do Cisne Negro**. Rio de Janeiro: Best Business, 2015.

TELLES, R. **A efetividade da matriz de amarração de Mazzon nas pesquisas em Administração**. 2001.

TZU, S**. A arte da guerra**. São Paulo: Golden Books, 2008.

YIN, R. K. **Pesquisa qualitativa do início ao fim**. Porto Alegre: Editora Penso, 2016.

YIN, R. K. **Case study research and applications, design and methods**. 6. ed. Los Angeles: Sage Publications, 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Roteiro de entrevistas semiestruturadas

Roteiro de Entrevista Proposto para Pesquisa de Campo do estudo “Tomada de decisão gerencial em uma empresa do setor de automação industrial brasileiro: diálogo entre práticas e conceitos das Teorias do Caos e de Complexidade”.

Parte 1: Introdução (5 minutos)

- Bom dia/boa tarde, obrigado(a) por dedicar seu tempo para conversar comigo hoje. Meu nome é José Moreira, e estou conduzindo uma pesquisa para minha dissertação de Mestrado no Programa de Mestrado Profissional em Gestão de Negócios da FIA, sob orientação do Prof. Dr. Rodolfo Leandro de Faria Olivo, e que foca na aplicação das Teorias do Caos e da Complexidade à tomada de decisão gerencial no setor de automação industrial brasileiro.
- O objetivo geral é analisar as possíveis implicações e contribuições dessas teorias para a tomada de decisão gerencial, explorando a experiência dos entrevistados e buscando propor soluções para a redução de impactos em cenários de incerteza, crise e disrupção.
- Sua experiência como tomador(a) de decisão neste setor é inestimável para esta pesquisa. Esta entrevista, que faz parte da coleta de dados primários, tem previsão de durar entre 45 e 60 minutos.
- Sua participação é voluntária, e suas respostas serão mantidas confidenciais e usadas unicamente para o propósito desta pesquisa, analisadas de forma agregada. Você pode optar por não responder a qualquer pergunta e pode encerrar a entrevista a qualquer momento.
- Você aceita participar desta entrevista e em a gravarmos para futura consulta e melhor transcrição?
- Você tem alguma pergunta antes de começarmos?

Parte 2: Identificando a Complexidade

Perguntas relacionadas ao Objetivo Específico 1 (15 minutos)

A pesquisa, sendo qualitativa e exploratória, visa identificar no setor de automação industrial as situações mais comuns de complexidade para a tomada de decisão gerencial. Complexidade, neste contexto, difere de situações meramente complicadas, relacionando-se a fenômenos com incertezas, indeterminações e interações cujos resultados não podem ser facilmente explicados ou previstos. O propósito da Parte 2 da entrevista é identificar, na prática gerencial do setor, as situações que se encaixam nas definições teóricas de complexidade e imprevisibilidade. Investigar o reconhecimento de incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios.

Q1. Poderias compartilhar algumas informações pessoais para fins de agrupamento estatístico das respostas?

- Nome completo
- Idade atual
- Empresa atual
- Cargo atual (título, posição e nível hierárquico)
- Formação superior e cursos de pós-graduação
- Tempo de atuação no mercado brasileiro de Automação Industrial
- Tempo em posição de gestão dentro do mercado brasileiro de Automação Industrial

Q2. O que você conhece e entende sobre as Teorias do Caos e da Complexidade?

Esta questão busca entender o conhecimento teórico pré-existente das Teorias do Caos e da Complexidade. Ela foi também utilizada para que o entrevistador pudesse fazer uma explicação sobre as Teorias do Caos e da Complexidade, a diferença entre complexo e complicado e a Teoria do Cisne Negro, de N. Taleb. Desta forma, as perguntas seguintes seriam mais bem compreendidas pelos entrevistados, e as respostas estariam mais fáceis de serem compiladas.

Q3. Da sua experiência e perspectiva, quais são os desafios ou situações que você encontra no mercado de automação industrial brasileiro que descreveria como "complexos" para a tomada de decisão?

Conexão Teórica: busca exemplos práticos da Complexidade no ambiente de negócios, caracterizada por interações cujos resultados não são facilmente explicáveis ou previstos, compreendendo incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios (Morin, 2007). Reflete a percepção de que o mundo corporativo é complexo, repleto de variáveis.

Q4. Você pode fornecer exemplos específicos de situações reais onde diversos fatores interagiram de maneiras inesperadas, tornando a tomada de decisão particularmente difícil?
Por exemplo: interrupções na cadeia de suprimentos, rápidas mudanças tecnológicas, alterações súbitas no mercado, ações inesperadas de concorrentes.

Conexão Teórica: procura vivências que ilustrem a dinâmica de sistemas complexos, onde múltiplas partes interagem, gerando resultados inesperados e dificultando a compreensão (Morin, 2007).

Q5. Em sua opinião, o que torna essas situações "Complexas" para a tomada de decisões gerenciais, e não apenas complicadas ou difíceis?

Conexão Teórica: aprofunda a distinção entre o meramente complicado e o complexo, buscando elementos como a presença de incerteza, indeterminação, fenômenos aleatórios e a dificuldade em prever resultados devido à vasta quantidade e interação de variáveis.

Q6. Com que frequência você encontra situações em que métodos tradicionais de planejamento e tomada de decisão parecem insuficientes devido à complexidade e dinamismo do ambiente? E qual a importância destas situações para a organização?

Conexão Teórica: avalia a percepção das limitações dos métodos tradicionais, que frequentemente dependem de previsibilidade e de uma visão linear da realidade, em contraste com a natureza dinâmica e complexa do ambiente real.

Parte 3: Abordagens Atuais para a Complexidade

Perguntas relacionadas ao Objetivo Específico 2: (15 minutos)

A pesquisa visa avaliar como os gestores lidam com a complexidade e quais critérios adotam para suas decisões nestas situações. A tomada de decisão é um processo central na administração, mas em ambientes complexos, os métodos tradicionais de análise linear podem ter limitações. Na Parte 3, o propósito principal é o de avaliar como os gestores abordam o processo de tomada de decisão diante das situações complexas e quais critérios utilizam, contrastando com as limitações dos métodos tradicionais.

Q7. Ao se deparar com as situações complexas descritas, qual é a abordagem típica ou o processo que sua empresa segue para analisar e tomar decisões gerenciais?

Conexão Teórica: investiga a prática do processo de tomada de decisão, que envolve análise, escolha, objetivos e estratégias (Simon, 1997), em cenários de complexidade.

Q8. Quais são os principais fatores ou critérios que você prioriza ao tomar decisões gerenciais em cenários altamente incertos ou complexos?

Conexão Teórica: explora os critérios e preferências utilizados na tomada de decisão em ambientes com alta incerteza e complexidade, que podem estar ligados a uma busca por impacto em vez de apenas técnica (Drucker, 2011).

Q9. Em sua opinião, os métodos de planejamento tradicionais da sua empresa são totalmente eficazes no ambiente de complexidade? Por que ou por que não?

Conexão Teórica: questiona diretamente a eficácia e limitações dos métodos tradicionais em um ambiente que é percebido como complexo, não-linear e imprevisível.

Q10. Como sua empresa tenta antecipar ou se preparar para eventos inesperados, como situações caóticas?

Conexão Teórica: busca entender as estratégias e ações utilizadas para lidar com a imprevisibilidade e situações de caos, que podem envolver preparação e execução de ações para mitigar os efeitos de uma crise (baseado na potencial contribuição da Teoria do Caos).

Q11. Avaliações de risco são conduzidas na sua empresa (*Risk Management*)? Elas incluem cenários que são altamente improváveis ou sem precedentes, como "cisnes negros"?
Em caso positivo, por favor, descreva como é o processo de criação e avaliação destes cenários?

Conexão Teórica: verifica se as abordagens de análise de risco consideram eventos de impacto extremo e imprevisíveis, que estão fora dos modelos preditivos baseados em conhecimento existente, como os descritos na metáfora do "cisne negro" (Taleb, 2015). Métodos tradicionais raramente incluem situações caóticas na análise de risco.

Parte 4: Aplicando Elementos das Teorias do Caos e da Complexidade
Perguntas relacionadas ao Objetivo Específico 3 (15 minutos)

A pesquisa visa analisar quais elementos da teoria do caos e complexidade se aplicam às situações complexas descritas. A Teoria do Caos estuda sistemas dinâmicos não-lineares caracterizados pela imprevisibilidade e sensibilidade às condições iniciais, enquanto a Teoria da Complexidade lida com sistemas complexos adaptativos com inúmeras partes interagindo de forma dinâmica e não-linear. Para a Parte 4 da entrevista, o propósito é analisar se as experiências dos gestores refletem conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, como a sensibilidade às condições iniciais e a não-linearidade.

Q12. Você já observou em seu ambiente de trabalho situações em que uma pequena mudança levou a resultados desproporcionalmente grandes e inesperados?
Algo que parecido ao conceito de "efeito borboleta"? Você pode descrever uma ocorrência assim?

Conexão Teórica: investiga a vivência prática da Sensibilidade às Condições Iniciais, o "Efeito Borboleta" (Lorenz, 1972, 1963), e a Não-linearidade - princípios fundamentais dos sistemas caóticos e complexos.

Q13. No mercado em que atua, você acredita que as relações de causa e efeito são sempre diretas e lineares, ou há situações onde ações levam a resultados imprevisíveis, desproporcionais e/ou não-lineares?

Conexão Teórica: explora a percepção da não-linearidade das relações nos sistemas corporativos e de mercado, onde a resposta a mudanças pode ser irregular, ampliada e inesperada, quebrando os vínculos de causa e efeito precisos (Parker e Stacey, 1995; Daft e Lengel, 2001 apud Barbosa e Crispim, 2006).

Q14. Como você descreveria o ambiente do setor de automação industrial brasileiro – é geralmente previsível e estável, ou é similar a um sistema dinâmico, com constantes interações e adaptações?

Conexão Teórica: busca classificar o ambiente de negócios segundo as lentes das teorias, verificando se ele é percebido como previsível (base da física clássica e métodos tradicionais) ou como um sistema dinâmico complexo adaptativo, caracterizado por interações entre partes, evolução constante, adaptação e aprendizado (Stacey, 1998; Nussenzveig, 1999; Gleiser, 2002 apud Barbosa e Crispim, 2006).

Q15. Existem padrões ou comportamentos no mercado que, à primeira vista, parecem caóticos ou inesperados, mas que após uma análise mais atenta, podem revelar alguma estrutura racional, simples e linear?

Conexão Teórica: investiga a percepção de ordem dentro do caos, a existência de dinâmica e estruturas subjacentes, como atratores estranhos que organizam o comportamento de sistemas caóticos (Lorenz, 1972, 1963), mesmo em fenômenos que inicialmente parecem puramente aleatórios.

Parte 5: Melhorando a Tomada de Decisão com a Teoria
Perguntas relacionadas ao Objetivo Específico 4 (15 minutos)

Por meio da análise e comparação dos objetivos 2 e 3, a pesquisa visa avaliar como a teoria do caos e complexidade pode melhorar a tomada de decisão gerencial em situações de complexidade. Isso envolve considerar que o ambiente empresarial, assim como outros sistemas na natureza, é complexo e que a aceitação e entendimento dessa complexidade pode ajudar na preparação e execução de ações para mitigar efeitos de crises. Abordagens tradicionais têm limitações, e novas abordagens baseadas na teoria da complexidade podem sugerir práticas de gestão que promovam maior resiliência e capacidade adaptativa. O propósito da Parte 5 da

entrevista é avaliar as percepções sobre a necessidade de novas abordagens para a tomada de decisão em ambientes complexos e explorar a aplicabilidade potencial das ideias das Teorias do Caos e da Complexidade para melhorar a gestão, promovendo resiliência e capacidade adaptativa.

Q16. Com base na sua experiência com situações complexas, você acredita que há necessidade ou espaço para novas abordagens e/ou frameworks para a tomada de decisões gerenciais?
Algo diferentes dos métodos tradicionais?
Em caso positivo, quais seriam estas abordagens e frameworks?

Conexão Teórica: conecta a experiência prática com a discussão teórica sobre as limitações dos métodos tradicionais e a busca por novas abordagens e frameworks que lidem melhor com a complexidade.

Q17. Ao invés de ignorar que o mundo é complexo e acreditar apenas em previsões lineares, as Teorias do Caos e da Complexidade sugerem: (1) a importância de reconhecer a imprevisibilidade, (2) focar na adaptabilidade e resiliência, (3) aprender com pequenas mudanças e (4) entender a dinâmica dos sistemas.
Como estes conceitos podem ser relevantes e úteis para as tomadas de decisões gerenciais na sua empresa?

Conexão Teórica: apresenta explicitamente conceitos-chave das teorias (abraçar imprevisibilidade, adaptabilidade/resiliência, sensibilidade às condições iniciais/pequenas mudanças, dinâmica dos sistemas) e solicita a avaliação de seu potencial contribuição para a tomada de decisão gerencial e planejamento estratégico.

Q18. Conceitos como (a) “construção de resiliência”, (b) “promoção de adaptação contínua”, e (c) “processos de planejamento iterativo” (em vez de planos rígidos e de longo prazo) poderiam ajudar sua empresa a navegar melhor em cenários complexos e imprevisíveis? Como?

Conexão Teórica: explora a aplicabilidade de práticas de gestão e características de sistemas complexos adaptativos, como resiliência, capacidade adaptativa, aprendizado contínuo e processos iterativos de planejamento, que são sugeridas como alternativas às abordagens tradicionais e rígidas.

Q19. Quais ferramentas, metodologias, estruturas organizacionais ou mudanças culturais você acredita que seriam necessárias para implementar novas abordagens de tomada de decisão que sejam mais adequadas a um ambiente complexo e imprevisível?

Conexão Teórica: busca insights práticos sobre como novas abordagens influenciadas pelas teorias poderiam ser implementadas na prática gerencial, considerando as implicações para processos, cultura e estrutura organizacional.

Q20. Analisando os tomadores de decisão da sua empresa, de forma geral, você acredita que eles estariam dispostos a explorar e adotar abordagens inovadoras de planejamento e tomada de decisão, influenciadas pelas teorias do Caos e da Complexidade? Por quê?

Conexão Teórica: avalia a receptividade à inovação e a novas visões interpretativas baseadas em teorias como Caos e Complexidade, em contraste com a tendência de executivos em ignorar a complexidade e o caos (percebido na justificativa).

Parte 6: Conclusão (5 minutos)

- Obrigado(a) por compartilhar seus valiosos insights.
- Há algo mais que você gostaria de adicionar sobre complexidade, tomada de decisão, ou a dinâmica do setor de automação industrial que não abordamos e que considera relevante para o tema?
- Você teria interesse em receber um resumo dos resultados da pesquisa assim que o estudo for concluído?
- Agradeço novamente seu tempo e contribuição para esta pesquisa.

APÊNDICE B – Produto técnico-tecnológico

MANUAL DE GESTÃO EXECUTIVA EM AMBIENTES COMPLEXOS

Para melhor aproveitar os resultados desta pesquisa e tentar reduzir os impactos causados em situações complexas, este pequeno guia visa orientar gestores que atuam no setor de automação industrial e áreas correlatas, onde a incerteza estrutural e a não-linearidade são a regra, e não a exceção (Olivo, 2021).

1. Alertas: identificando o Caos e a Complexidade

O gestor deve ser capaz de distinguir o ambiente em que está operando para escolher a ferramenta de decisão correta. De acordo com os entrevistados, que alegaram conhecer pouco, ou nada, sobre os conceitos das Teorias do Caos e da Complexidade, a tomada de decisão é costumeiramente baseada em experiência e relatos de casos anteriores. Entretanto, estes mesmos entrevistados confirmam que conhecer os conceitos teóricos poderia ajudar na identificação dos problemas, na análise da situação complexa e nas discussões entre pares e equipes, melhorando assim a tomada de decisão em si e os seus resultados.

- "Complicado" não é “Complexo”:
  Um sistema complicado pode ser resolvido com dados e análise técnica; já o complexo possui interações cujos resultados não podem ser explicados apenas pela análise das partes isoladas. Edgar Morin (2007) define a complexidade por fenômenos que compreendem incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios.

- O "Efeito Borboleta" nas decisões:
  Esteja alerta para o fato de que pequenas alterações nas condições iniciais de um projeto ou processo podem gerar resultados desproporcionalmente grandes e imprevisíveis no longo prazo. De acordo com Lorenz (1963), sistemas dinâmicos são extremamente sensíveis a variações infinitesimais.

- A presença de "Cisnes Negros":
  Alerte sua equipe para eventos de alto impacto que estão fora dos modelos preditivos tradicionais. Nassim Taleb (2015) descreve esses eventos como imprevisíveis, mas que moldam a história das organizações, exigindo uma postura que vá além da simples gestão de riscos conhecidos.

- O alerta da Racionalidade Limitada:
  Reconheça que você nunca terá todas as informações nem a capacidade cognitiva total para processar todas as variáveis de um problema complexo. Segundo Herbert Simon (1997), os gestores tomam decisões baseadas em pressupostos subjetivos, buscando soluções satisfatórias em vez de ótimas.

2. Orientações: preparando-se para situações de incerteza

Durante o ciclo de entrevistas, grande parte dos respondentes afirmou que não percebem efetividade em planos elaborados com as ferramentas e métodos atuais, uma vez que estes não estão aptos para situações caóticas (onde uma pequena alteração nas variáveis de entrada pode causar um grande distúrbio no resultado final), tampouco complexas (onde a quantidade de variáveis possíveis e suas iterações não podem ser previstas e nem simuladas). Ainda assim, algumas atitudes e posturas prévias podem ser tomadas a fim de reduzir estes impactos e melhorar a qualidade de resultados obtidos. Estas sugestões também foram citadas por alguns dos entrevistados, ou seja, é algo percebido pelos gestores e tomadores de decisão como possíveis pontos de melhoria dois processos de planejamento atuais.

- Substitua planos rígidos por ciclos iterativos:
  Em ambientes complexos, o planejamento de longo prazo (5 a 10 anos) torna-se obsoleto rapidamente. A orientação é adotar ciclos curtos e iterativos, como planos táticos ou OKRs (*Objectives and Key Results*), permitindo ajustes contínuos de rota conforme o sistema evolui.

- Foque no impacto, não na técnica:
  Gestores eficazes buscam entender as realidades subjacentes e as constantes em uma situação, em vez de focar apenas na velocidade ou em ferramentas puramente técnicas. Como ensina Peter Drucker (2011), o executivo deve priorizar decisões estratégicas e genéricas que gerem impacto real.

- Promova a ambidestria organizacional:
  O gestor deve ser capaz de equilibrar a execução do presente (foco no curto prazo e indicadores) com a exploração do futuro (disrupção e inovação), reconhecendo que essa tensão é uma variável inerente à complexidade.

- Valorize o conhecimento empírico e intuitivo:
  Em situações de caos, a experiência acumulada e a intuição dos executivos são ferramentas legítimas para "colocar certeza dentro da incerteza", servindo como um guia quando os modelos lineares falham.

3. Melhores Práticas: Ações para Decisões de Alto Impacto

Como identificado nas entrevistas, também não existe processo ou método linear ou pré-definido para agir perante situações complexas, e grande parte dos entrevistados alega usar o próprio conhecimento existente dentro da organização, cultivado através de anos de experiência. Porém, ao fazer estes gestores refletirem sobre o cotidiano das tomadas de decisão, alguns trouxeram ideias que podem ser compartilhadas, e assim ajudar no tratamento e resolução da complexidade instalada.

- Tomada de Decisão em Colegiado:
  Para problemas complexos, evite decidir isoladamente. Utilize a diversidade de perspectivas e o olhar de um comitê para capturar riscos ocultos que a visão individual pode ignorar.

- "Fatiar o Elefante":
  Diante de um problema caótico, decomponha-o em partes menores e gerenciáveis, como num fractal (Mandelbrot, 1983). Resolva o que é imediato para estancar perdas (curto prazo) enquanto analisa as causas profundas para a solução definitiva.

- Busca pela Antifragilidade:
  Não tente apenas resistir ao caos. Estruture a empresa para ser antifrágil, com sistemas que aprendem, se adaptam e se tornam mais fortes com o estresse e a desordem. Isso inclui manter redundâncias estratégicas, como fornecedores secundários, mesmo que pareçam "ineficientes" no curto prazo.

- Segurança Psicológica e Tolerância ao Erro:
  Crie uma cultura que permita a experimentação e o erro controlado (conceito “Agile”). As equipes precisam se sentir seguras para reportar falhas e aprender com elas, transformando crises em conhecimento coletivo.

- Uso de IA para Simulação de Cenários:
  Utilize a Inteligência Artificial para modelar milhões de cenários hipotéticos ("e se..."), ajudando a preparar a liderança para padrões e atratores estranhos que o cérebro humano dificilmente identificaria.

- Descentralização do Poder:
  Aproxime a tomada de decisão da "ponta" (onde está o cliente). Reduzir níveis hierárquicos aumenta a agilidade necessária para correções de rota rápidas e constantes em ambientes instáveis.

Referências Bibliográficas

DRUCKER, P. **The essential Drucker: Selections from the management works**. Routledge, 2011.

LORENZ, E. N. **Deterministic nonperiodic flow**. Journal of the Atmospheric Sciences, 1963.

LORENZ, E. N. **Predictability: Does the Flap of a Butterfly's Wings in Brazil Set off a Tornado in Texas?** MIT, 1972.

MANDELBROT, B. **The fractal geometry of nature**. W. H. Freeman, 1983.

MINTZBERG, H.; AHLSTRAND, B. W.; LAMPEL, J. **Safári de Estratégia**. Bookman, 2000.

MORIN, E.; LISBOA, E. **Introdução ao pensamento complexo**. Sulina, 2007.

OLIVO, R. **Breve História das Finanças e as suas lições práticas para investidores**. São Pualo: Actual, 2021.

SIMON, H. A. **Administrative behavior: a study of decision-making processes**. The Free Press, 1997.

TALEB, N. **Antifrágil**. Best Business, 2015.

TALEB, N. **A lógica do Cisne Negro**. Best Business, 2015.

ANEXOS

ANEXO A – Checklist das diretrizes do PRISMA 2020

A tabela abaixo traz uma lista de pontos a serem observados para elaboração de relatório de Revisão Sistemática de Literatura em um trabalho acadêmico. Sua formatação é mesma disponível no site https://www.prisma-statement.org/.

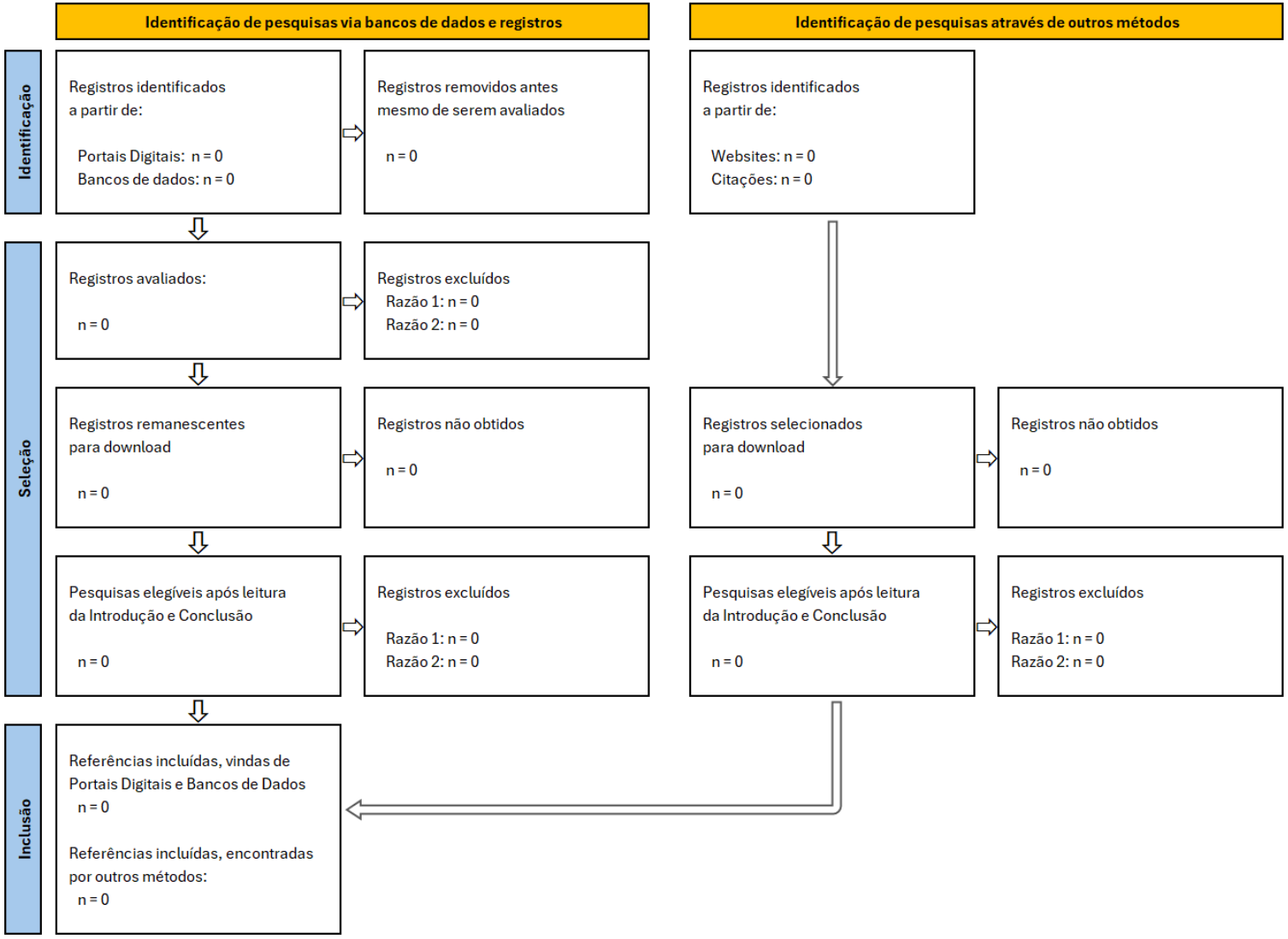
Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
TITLE			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	
ABSTRACT			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	
INTRODUCTION			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	
METHODS			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
METHODS (continued…)			
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	
RESULTS			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
DISCUSSION			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	
OTHER INFORMATION			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	

From: Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71. This work is licensed under CC BY 4.0. To view a copy of this license, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

ANEXO B – Modelo de Diagrama de Fluxo das diretrizes PRISMA 2020



ANEXO C – Definição de Caos

caos

ca•os, substantivo masculino
etimologia: *kháos* (*χάος* em grego), *chăos* (latim, séc. 15)

1. [Geral] mistura de coisas ou ideias em total desarmonia; confusão.
2. [Mitologia] em diversas tradições mitológicas, vazio primordial de caráter informe, ilimitado e indefinido, que precedeu e propiciou o nascimento de todos os seres e realidades do universo.
3. [Geral] estado em que predominam a confusão e o desequilíbrio totais; babel, barafunda, desordem.
4. [Mitologia] nas narrativas e teorias cosmogônicas e nas mitologias que antecedem o surgimento da filosofia, vazio primordial que teria precedido a criação do Universo.
5. [Saúde] confusão ou perturbação mental; descontrole, transtorno.
6. [Física] comportamento imprevisível e aparentemente aleatório de um sistema determinista que é extremamente sensível a mudanças infinitesimais em parâmetros iniciais (efeito borboleta).

1 – 2: Dicionário Oxford online
3 – 6: Dicionário Michaelis online

ANEXO D – O Caos na Mitologia Grega

"*No princípio, era o Caos*". Este é o trecho inicial do poema Teogonia, escrito por Hesíodo no século VIII-VII a.C., também conhecido por Genealogia dos Deuses (em grego: Θεογονία [theos, Deus + gonia, nascimento]). O texto indica que antes de existir quaisquer outros deuses, seres ou o próprio cosmos, havia apenas esse vazio, um estado indefinido de nada – o Caos. O poema se constitui no mito cosmogônico (descrição da origem do mundo) dos gregos, que se desenvolve com geração sucessiva dos deuses, titãs e heróis.

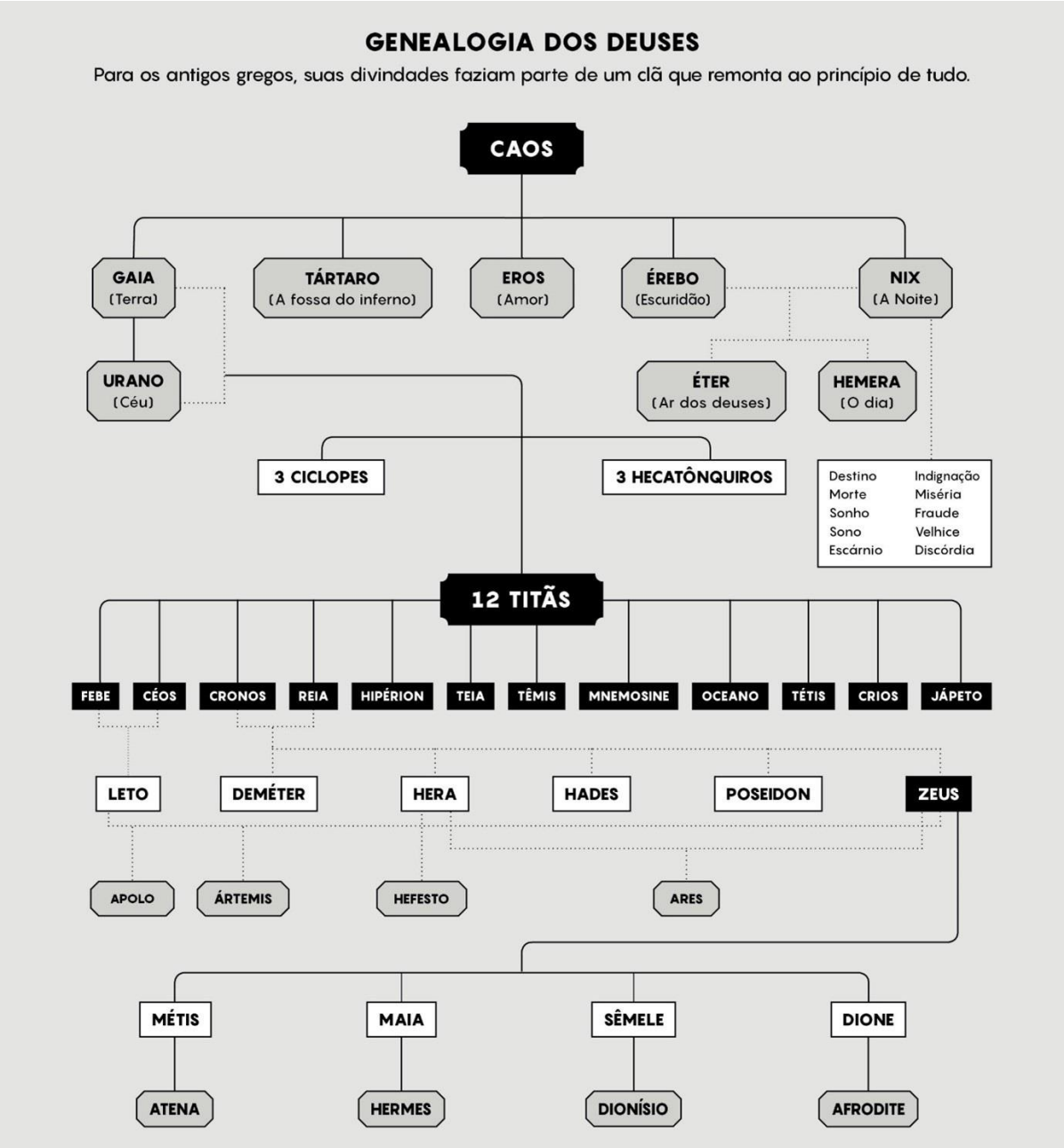
No Dicionário Aurélio, "caos" refere-se a um estado de confusão, desordem e desequilíbrio total, seja no contexto físico, mental ou metafísico.

- Contexto Cosmogónico/Filosófico: Refere-se ao vazio primordial, a confusão geral dos elementos da matéria antes da formação do universo, ou a condição desordenada anterior ao demiurgo (na tradição platónica).
- Contexto Geral: Significa um estado de completa desordem, confusão de ideias, amontoado de coisas misturadas, desorganização mental, ou uma situação em que predominam a confusão e o desequilíbrio.
- Contexto Físico: Pode referir-se a um comportamento imprevisível e aparentemente aleatório de um sistema determinista, extremamente sensível a mudanças infinitesimais em parâmetros iniciais (como o efeito borboleta).

Referências:

https://super.abril.com.br/especiais/no-principio-era-o-caos
https://pt.wikipedia.org/wiki/Teogonia
https://pt.wikipedia.org/wiki/Caos_(mitologia)

ANEXO E – Genealogia dos Deuses da Mitologia Grega



Fonte: elaborado pelo próprio autor, adaptado da Revista Super Interessante online - https://super.abril.com.br/especiais/no-principio-era-o-caos