

**Expansão do campo de visão no *foresight*: uma abordagem com
aprendizado de máquina e redes semânticas**

Gustavo Aprile Porto Rossi
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
gaprile@yahoo.com
<https://orcid.org/0009-0000-9729-0072>

Raquel Janissek-Muniz
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
raquel.janissek.muniz@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-0657-6559>

Resumo – A evolução metodológica do *foresight* estratégico tem ampliado a exploração de domínios analíticos. Historicamente, a prática se apoiou em recortes definidos *a priori*, que direcionavam o monitoramento e podiam limitar a descoberta. Nos últimos anos, métodos exploratórios e orientados por dados passaram a favorecer a identificação orgânica de temas emergentes. Ao integrar aprendizado de máquina e redes semânticas, torna-se possível configurar o ambiente de análise de forma dinâmica, revelar padrões e relações antes pouco acessíveis e transcender limitações da delimitação manual e da racionalidade humana. Este estudo examina como essas técnicas viabilizam a descoberta de múltiplos domínios no *foresight* estratégico e expandem suas possibilidades analíticas.

Palavras Chaves: *foresight*; redes semânticas; aprendizado de máquina; tomada de decisão

***Expanding the perspective in foresight: an approach using machine
learning and semantic networks***

Abstract – The methodological evolution of strategic foresight has broadened the exploration of analytical domains. Historically, practice relied on a priori defined scopes that guided environmental scanning and could constrain discovery. In recent years, data-driven exploratory methods have enabled a more organic identification of emerging themes. By integrating machine learning and semantic networks, it becomes possible to dynamically configure the analytical environment, uncover patterns and relationships that were previously less accessible, and move beyond the limitations of manual delimitation and bounded rationality. This study examines how these techniques support the discovery of multiple domains in strategic foresight and expand its analytical possibilities.

Keywords: *foresight*; semantic network; machine learning; decision making

Data da Submissão: 24/09/2025

-

Data de aceitação: 03/07/2026

Direitos autorais das pessoas autoras. 2026. Licenciado sob licença [Creative Commons
Atribuição 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



1. Introdução

A área de aprendizado de máquina tem experimentado avanços substanciais, consolidando-se como tecnologia essencial para a análise avançada de dados e a identificação de padrões complexos em grandes volumes de informação, tarefas muitas vezes impraticáveis por meio de métodos convencionais (Sarker, 2021). O campo dedica-se ao desenvolvimento de algoritmos capazes de capacitar sistemas computacionais a aprenderem e executarem tarefas com base em exemplos ou conjuntos de dados, sem a necessidade de programação explícita para cada situação (Mitchell, 1997).

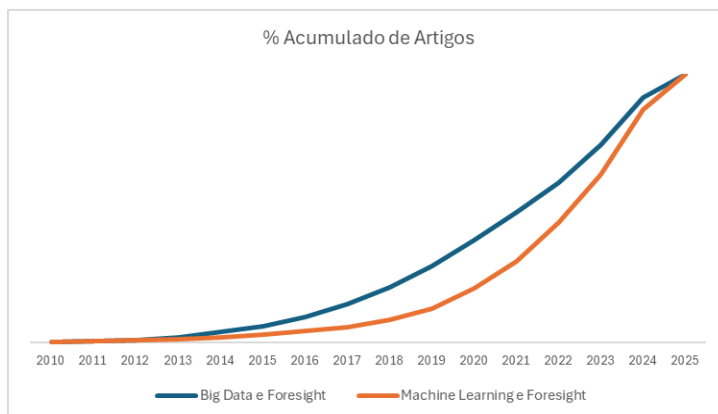
No contexto do *foresight* organizacional, entendido como o monitoramento e a análise sistemática das informações ambientais por meio de métodos estruturados para identificar antecipadamente possíveis mudanças e apoiar decisões estratégicas (Brito-Cabrera; Janissek-Muniz, 2021), a adoção de práticas fundamentadas em *machine learning* (ML) pode potencializar a capacidade das organizações de detectar, interpretar e responder de modo proativo a sinais fracos e tendências emergentes (Mühlroth; Grottke, 2020). Essa aplicação permite automatizar o processamento de informações complexas, identificar padrões emergentes e sustentar a tomada de decisões baseadas em projeções robustas (Kitchin, 2014; Yoon, 2012; Chen et al., 2012).

A relevância do estudo proposto reside no fato de que, ao integrar aprendizado de máquina ao *foresight* estratégico, torna-se possível superar a rigidez da definição prévia de domínios e avançar para uma descoberta mais orgânica e dinâmica de múltiplos contextos emergentes (Mühlroth; Grottke, 2020). Essa mudança metodológica amplia o campo de visão analítico, permitindo às organizações explorarem novas fronteiras informacionais (Cheng; Sul, 2023) e reduzir vieses cognitivos que limitam a antecipação estratégica (Muraro; Salles-Filho, 2024).

A análise bibliométrica realizada para este estudo, considerando publicações indexadas na base SCOPUS entre 2010 e 2025, revelou dinâmicas distintas na evolução das agendas “*Big Data* e *foresight*” e “*machine learning* e *foresight*” (Figura 1). A primeira destacou-se até 2020, centrada em infraestrutura e armazenamento informacional com Boyd e Crawford (2012) e Gandomi e Haider (2015), enquanto a segunda cresce rapidamente a partir de 2021, sinalizando uma transição para abordagens analíticas orientadas à descoberta e interpretação (Muraro; Salles-Filho, 2024).

Nesse sentido, este estudo investiga como a aplicação de métodos de aprendizado de máquina e redes semânticas pode possibilitar a descoberta orgânica de múltiplos domínios no *foresight* estratégico. O objetivo geral é analisar como essas técnicas contribuem para a ampliação das possibilidades analíticas do *foresight*, superando os limites das abordagens tradicionais de definição de domínios. Especificamente, busca-se: (i) explorar lacunas teóricas na integração entre *foresight*, aprendizado de máquina e redes semânticas; (ii) propor um modelo conceitual de *foresight* orientado por dados e mediado por sentido humano; (iii) discutir implicações práticas para a inteligência estratégica organizacional. Ao explorar estas questões, busca-se contribuir para o desenvolvimento de abordagens mais dinâmicas e informadas para a antecipação estratégica e a tomada de decisão em ambientes complexos.

Figura 1. Distribuição Acumulada de Artigos no período de 2010-2025.



A investigação justifica-se pela lacuna observada na literatura recente (Mühlroth; Grottke, 2020; Cheng; Sul, 2023; Muraro; Salles-Filho, 2024; Snyder, 2019), que, embora evidencie o crescimento das pesquisas sobre aprendizado de máquina e *foresight*, ainda carece de estudos que explorem a aplicação integrada das redes semânticas como instrumentos de ampliação do campo analítico. Do ponto de vista prático, compreender essa integração contribui para o aprimoramento das práticas de monitoramento e antecipação, fortalecendo a capacidade adaptativa das organizações (Muraro; Salles-Filho, 2024; Pereira et al., 2022; Rohrbeck; Schwarz, 2013).

O presente artigo está estruturado da seguinte forma: além desta introdução, a Seção 2 apresenta a revisão de literatura, abordando conceitos fundamentais e trabalhos relacionados; a Seção 3 descreve a metodologia adotada; a Seção 4 apresenta e discute os resultados; e a Seção 5 traz as conclusões, implicações e sugestões para pesquisas futuras.

2. Revisão Da Literatura

A revisão sistemática da literatura oferece o suporte conceitual de base para a problemática identificada no estudo, permitindo mapear como o aprendizado de máquina e as redes semânticas vêm sendo incorporados ao *foresight* estratégico. Esta análise evidencia avanços, lacunas e tendências, servindo de base para as discussões e interpretações apresentadas nas seções seguintes.

2.1 Tomada de Decisão Estratégica

A tomada de decisão estratégica em ambientes caracterizados por alta turbulência exige das organizações não apenas flexibilidade, mas também a capacidade de identificar, interpretar e responder a sinais de mudança que muitas vezes se manifestam de forma incerta ou fragmentada (Lesca, 2003; Rohrbeck; Schwarz, 2013). Nesses contextos, o processo decisório assume natureza incremental, adaptativa e contínua, iniciando-se pela consciência situacional e preparação diante da incerteza, evoluindo para ações cada vez mais assertivas à medida que novas informações se tornam disponíveis (Mintzberg et al., 1976; Marchese et al., 2025). Estudos evidenciam que organizações proativas conseguem posicionar-se estrategicamente de forma dinâmica por meio do desenvolvimento de

habilidades organizacionais, da redução de burocracia e do uso de tecnologias digitais para integrar esforços e fortalecer sua capacidade dinâmica de antecipar mudanças em formação (Semke, 2020; Muraro; Salles-Filho, 2024). No entanto, é importante reconhecer que as decisões organizacionais raramente são plenamente racionais, pois estão sujeitas a restrições cognitivas, limitações de acesso à informação e à própria complexidade dos ambientes nos quais se inserem (Simon, 1991). Complementarmente, Kahneman (2003) evidencia que tais restrições não se limitam ao volume ou à qualidade da informação disponível, mas também decorrem de vieses e heurísticas cognitivas que moldam o julgamento humano, podendo levar a distorções sistemáticas no processo decisório. Esse quadro de racionalidade limitada reforça a necessidade de instrumentos e abordagens que ampliem o horizonte analítico dos tomadores de decisão, permitindo a detecção de relações que extrapolam a capacidade humana individual (Chen et al., 2012; Mühlroth; Grottke, 2020).

Esse quadro reforça a necessidade de instrumentos e abordagens que ampliem o horizonte analítico dos tomadores de decisão, permitindo a detecção de relações que extrapolam a capacidade humana individual (Chen et al., 2012; Mühlroth; Grottke, 2020). Nesse sentido, o advento de novas fontes digitais de dados e o avanço das técnicas de aprendizado de máquina oferecem alternativas concretas para suprir tais limitações cognitivas, fornecendo insumos diversificados para melhoria e expansão da análise estratégica (Kitchin, 2014; Arribas-Bel, 2014; Yoon, 2012).

A emergência e a diversidade de fontes digitais de dados, como sensores móveis, atividades digitais e bases governamentais abertas, têm transformado de maneira profunda o modo como fenômenos complexos são analisados (Kitchin, 2014). Embora tais fontes ofereçam níveis inéditos de detalhamento e abrangência, demandam métodos sofisticados para lidar com sua natureza acidental, heterogênea e massiva (Arribas-Bel, 2014). Segundo Yoon (2012), as abordagens tradicionais mostram-se insuficientes para extrair todo o potencial destas bases, tornando imprescindível a adoção de métodos avançados, como aprendizado de máquina, para revelar padrões e relações não previstos *a priori*.

Diante deste cenário, o *foresight* pode ser considerado como uma abordagem potencial para ampliar o alcance analítico e apoiar a tomada de decisões estratégicas em ambientes incertos, ao integrar práticas como a interpretação de sinais fracos e a detecção de mudanças emergentes no ambiente organizacional (Lesca; Caron-Fasan, 2008; Rohrbeck; Schwarz, 2013), partindo-se tradicionalmente pelo enquadramento do ambiente por meio da definição de domínios de interesse prioritário.

2.2 *Foresight* e Domínio de Aplicação

O *foresight* (também conhecido como monitoramento estratégico associado a práticas antecipativas de futuros) pode ser definido como um processo estruturado e participativo voltado à criação de conhecimento prospectivo para subsidiar decisões em políticas públicas, planejamento estratégico e inovação (Rohrbeck; Schwarz, 2013). No contexto corporativo, ele representa uma capacidade dinâmica orientada para a antecipação de mudanças, exploração de oportunidades e preparação frente a incertezas, promovendo vantagem competitiva (Semke, 2020) e sustentabilidade organizacional (Brito-Cabrera; Janissek-Muniz, 2021).

Diferentes métodos permitem operacionalizar atividades de *foresight*, tais como análise de cenários, *Delphi* e varredura ambiental (Voros, 2003; Piirainen; Gonzalez, 2015; Brito-Cabrera et al., 2025). Um dos métodos mais consolidados é o *Learning Environmental Scanning* (L.E.SCA[®]), da Escola francesa de inteligência prospectiva, proposto por Humbert Lesca (2003), que permite operacionalizar o conceito de antecipação em organizações, e consiste em um processo contínuo e coletivo de observação do ambiente, coleta de sinais fracos e construção de sentido compartilhado visando antecipar mudanças ou orientar a construção de caminhos estratégicos (Janissek-Muniz, Lesca; Freitas, 2007).

Entre as etapas do método (domínio, alvo, coleta, seleção, repasse, memória, criação de sentido, difusão, animação), destaca-se a definição do domínio de aplicação, ou identificação do processo criativo de valor a ser alimentado com informações pelo dispositivo, conforme apresentada por Lesca (2003). No modelo de Inteligência Estratégica Antecipativa (IEA), o domínio corresponde à delimitação do sistema ou área temática de interesse sobre a qual se estruturam as atividades de vigilância e interpretação (Lesca, 2003). Essa etapa encontra aproximações em outros métodos: Voros (2003) a descreve como a definição inicial do *domain of interest* no funil do *foresight*; Piirainen; Gonzalez (2015) a posicionam como parte central do *framework* de prática em *foresight*; Rios; Janissek-Muniz (2014) a associam à etapa de definição do foco informacional em sistemas de inteligência; e Brito-Cabrera; Janissek-Muniz (2021) utilizam a expressão “campos de observação” para designar recortes temáticos que orientam a atenção organizacional. Como argumentam Voros (2003) e Piirainen; Gonzalez (2015), embora indispensável para o direcionamento analítico, a definição de domínio pode se tornar limitante quando estabelece fronteiras rígidas, reduzindo a capacidade de captar sinais e interações relevantes fora do escopo inicialmente definido, uma questão crítica em ambientes dinâmicos e sistêmicos (Voros, 2003; Piirainen; Gonzalez, 2015). Ainda assim, o domínio permanece um eixo organizador do monitoramento estratégico, orientando a vigilância e atenção estratégicas e a coleta de sinais (Lesca; Caron-Fasan, 2008; Janissek-Muniz, Lesca; Freitas, 2007). Em geral, ele é definido previamente pelas organizações, por exemplo, um setor, uma tecnologia emergente ou um mercado-alvo, como recorte estratégico para atenção ao ambiente, visando antecipar transformações.

Na literatura, encontram-se nomenclaturas distintas para esse mesmo procedimento: enquanto Rios; Janissek-Muniz (2014) destacam a sua importância associada a requisitos funcionais de *softwares* como apoio à operacionalização das etapas iniciais do processo de inteligência, vinculadas ao planejamento e à coleta de informações, Brito-Cabrera; Janissek-Muniz (2021) utilizam a noção de campos de observação para designar os recortes temáticos que orientam a atenção organizacional. Essas variações conceituais reforçam que, independentemente da terminologia empregada, a definição prévia da delimitação de um espaço de observação cumpre papel central na organização dos processos de *foresight*.

Nesse sentido, se por um lado a definição de domínio constitui um eixo estruturador indispensável para organizar a atenção estratégica (Lesca, 2003; Lesca; Caron-Fasan, 2008), por outro, avanços recentes em ciência de dados e inteligência artificial vêm ampliando a forma como essa etapa pode ser operacionalizada, oferecendo alternativas exploratórias que reduzem a rigidez dos recortes tradicionais e potencializam

a detecção de sinais emergentes (Mühlroth; Grottke, 2020; Cheng; Sul, 2023; Muraro; Salles-Filho, 2024; Janissek-Muniz et al., 2025).

Para sustentar a orientação deste estudo, a literatura recente propõe abordagens que combinam aprendizado de máquina e modelos qualitativos para detectar sinais precoces, elevar a automação e mitigar a sobrecarga informacional, direcionando a atenção dos especialistas para os indícios mais relevantes (Mühlroth et al., 2023). Também têm surgido discussões sobre o uso de Inteligência Artificial Generativa como apoio à captação de sinais fracos em processos de IEA (Janissek-Muniz et al., 2025).

Todavia, delimitações excessivamente restritivas podem ignorar sinais importantes que se manifestam fora do escopo inicial, criando miopia analítica e limitação da atenção gerencial, reduzindo a eficácia do *foresight* e a geração de *insights* inovadores (Piirainen; Gonzalez, 2015; Voros, 2003). Para enfrentar este desafio, a literatura propõe abordagens exploratórias baseadas em dados, redes semânticas e algoritmos de aprendizado de máquina, que podem permitir que os domínios de análise possam emergir organicamente a partir do conteúdo informacional, atenuando limites de racionalidade e sobrecarga cognitiva (Mühlroth; Grottke, 2020; Guisse; Canet, 2021). A partir das associações identificadas, as redes semânticas revelam conceitos, temas e domínios emergentes, ampliando a capacidade antecipatória do *foresight* e promovendo uma inteligência estratégica mais adaptativa (Cambria; White, 2014).

No contexto do *foresight*, o ML não se limitaria a processar dados, podendo potencialmente contribuir para expandir o alcance das análises, permitindo a identificação de inter-relações não evidentes *a priori*, a orientação à priorização de sinais e construção de cenários mais responsivos às transformações emergentes do ambiente (Muraro; Salles-Filho, 2024; Mühlroth, 2023; Yoon, 2012; Cheng; Sul, 2023).

2.3 Aprendizado de Máquina

A ascensão do *Big Data*, articulada ao desenvolvimento de técnicas de aprendizagem de máquina, transformou as bases epistemológicas da análise organizacional, deslocando o foco das hipóteses pré-definidas para abordagens orientadas pelos próprios dados (Kitchin, 2014). Para os tomadores de decisão, o uso de aprendizado de máquina (ou *machine learning* - ML) configura uma oportunidade de expandir o escopo analítico além das limitações humanas e das fronteiras impostas pela definição rígida de domínios, ao viabilizar a descoberta autônoma de padrões, tendências e domínios emergentes (Mühlroth et al., 2023).

Aprendizado de máquina pode ser definido como um conjunto de métodos computacionais capazes de aprender a partir de exemplos, identificando regularidades e inferindo relações sem instruções explícitas (Mitchell, 1997; Sarker, 2021; Jordan; Mitchell, 2015). Essa característica rompe com a dependência de modelos puramente teóricos, viabilizando a construção de inferências automáticas e a descoberta de estruturas latentes nos dados (Kitchin, 2014).

No contexto do *foresight* estratégico, o aprendizado de máquina amplia o potencial de análise ao reduzir os efeitos da racionalidade limitada (Simon, 1991), ao mesmo tempo em que permite a identificação de padrões emergentes em dados complexos, heterogêneos e não estruturados (Yoon, 2012; Chen et al., 2012). Tais capacidades são fundamentais para lidar com a crescente sobrecarga informacional que

desafia a atenção gerencial, facilitando a detecção e priorização de sinais relevantes (Mühlroth; Grottke, 2020).

O uso de algoritmos de aprendizagem de máquina nas organizações possibilita a integração de dados contextuais, comportamentais e sociais nos processos decisórios, tornando mais fluido o delineamento entre os diferentes domínios de análise (Chen et al., 2012). Algoritmos quantitativos ampliam a capacidade de escaneamento do ambiente, a identificação de tópicos e a antecipação de oportunidades e ameaças além das fronteiras tradicionalmente consideradas (Yoon, 2012), promovendo adaptação contínua do campo analítico (Simon, 1991).

Assim, a integração entre aprendizado de máquina e *foresight* não se limita à automação da análise, mas introduz uma nova forma de cognição ampliada, na qual humanos e algoritmos compartilham o processo de observação e interpretação. Essa perspectiva reforça a noção de domínios emergentes: áreas temáticas que se configuram dinamicamente a partir das conexões extraídas dos dados, substituindo a rigidez das delimitações *a priori* por mapeamentos exploratórios e adaptativos (Mühlroth; Grottke, 2020; Muraro; Salles-Filho, 2024; Cheng; Sul, 2023). Essa capacidade se conecta diretamente ao uso de redes semânticas, que permitem mapear e visualizar as conexões contextuais identificadas pelos modelos, traduzindo dados não estruturados em estruturas compreensíveis e acionáveis para a tomada de decisão estratégica (Borge-Holthoefer; Arenas, 2010). Assim, a integração entre aprendizado de máquina e redes semânticas constitui um passo natural na evolução das abordagens analíticas aplicadas ao *foresight*, unindo a capacidade preditiva com a representação estruturada do conhecimento (Cambria; White, 2014).

2.4 Redes Semânticas

A concepção clássica de redes semânticas foi originalmente proposta por Collins e Quillian (1969), que as definiram como estruturas hierárquicas compostas por nós representando conceitos e por arestas que expressam relações lógicas ou semânticas entre esses conceitos. Mais recentemente, autores como Pereira (2022) apresentaram uma revisão sistemática do conceito de redes semânticas, enquanto Geurts (2022) e Cheng et al. (2023) exploraram suas aplicações em *foresight* híbrido e análise de sinais fracos. Nesse modelo, o conhecimento é armazenado e recuperado a partir das conexões estabelecidas na rede, permitindo inferências e associações eficientes mesmo diante de informações dispersas. As relações encontradas viabilizam a organização e a navegação em grandes volumes de informação por meio de agrupamentos conceituais e herança de propriedades entre níveis hierárquicos (Borge-Holthoefer, 2010; Pereira, 2022). Essa estrutura teórica constitui o alicerce das aplicações contemporâneas em análise de dados e compreensão automática de textos.

Sob essa perspectiva ampliada, as redes semânticas podem ser compreendidas como estruturas formadas por conceitos interconectados por relações contextuais, permitindo a análise não apenas de termos isolados, mas também do significado e da lógica subjacentes às suas conexões (Cambria; White, 2014). Esta abordagem transcende métodos tradicionais baseados unicamente em palavras e sintaxe, viabilizando a representação de conhecimento compartilhado e de senso comum, bem como a detecção

de padrões, temas emergentes e sentimentos em grandes volumes de dados não estruturados (Cambria; White, 2014; Pereira et al., 2022).

No âmbito da análise prospectiva, associada ao *foresight*, as redes semânticas desempenham papel central no mapeamento e na compreensão da dinâmica de múltiplos domínios e suas inter-relações, qualificando a base informacional que sustenta a tomada de decisão estratégica (Zoccarato, 2024; Cheng et al., 2023). A análise de redes semânticas constitui um método avançado para investigar relações entre conceitos e entidades em sistemas complexos, sendo particularmente relevante para identificar, mapear e analisar domínios e suas conexões no contexto do *foresight* (Borge-Holthoefer; Arenas, 2010; Cheng; Sul, 2023).

Em um cenário contemporâneo, marcado por incertezas e alta complexidade, a capacidade de identificar e analisar múltiplos domínios de forma autônoma tornou-se essencial para o processo de decisão estratégica (Geurts, 2022; Muraro, 2024).

3. Método da Pesquisa

Seguindo as recomendações metodológicas para revisões de literatura apresentadas por Snyder (2019), foi adotada a abordagem de revisão sistemática da literatura (RSL). Para garantir transparência e reprodutibilidade, o protocolo PRISMA (Page et al., 2021) foi utilizado na identificação, seleção e síntese dos estudos incluídos. A pesquisa foi baseada em três termos principais, todos em inglês: *foresight*, *machine learning* (aprendizado de máquina) e *semantic network* (redes semânticas). Para cada termo, foram encontrados termos derivados na literatura que se referem a práticas de antecipação relacionadas à gestão estratégica organizacional, como monitoramento do ambiente e sinais fracos para *foresight* (Borges; Janissek-Muniz, 2022), técnicas de tomada de decisão automatizada para *machine learning* (Mitchell, 1997) e estrutura de conhecimento para *semantic network* (Collins; Quillian, 1969). O título, resumo e palavras-chave foram considerados no idioma inglês das seguintes áreas: “*Computer Science*”, “*Engineering*”, “*Social Sciences*”, “*Mathematics*”, “*Environmental Science*”, “*Decision Sciences*”, “*Business, management and accounting*”, “*Economics, Econometrics and Finance*” (Quadro 1).

O resumo detalhado das buscas, considerando a base SCOPUS de publicações e a combinação entre os termos principal e derivado, está demonstrado no protocolo PRISMA (figura 2). Após realizar a busca inicial, foi obtido um total de 69 artigos (figura 1). Na etapa de triagem, 53 artigos foram excluídos: em 46 artigos não foi identificada relação com a temática e em 7 não havia conexão com *foresight*.

Na etapa de elegibilidade, após a leitura completa, 9 artigos foram excluídos por não responderem à pergunta do estudo. Como resultado, 7 artigos foram incluídos por estarem alinhados aos objetivos da pesquisa (quadro 2).

Quadro 1. Termos de Busca.

Termo principal	Termo derivado	Total de artigos na SCOPUS
Foresight	Corporate Foresight, Early warning signs, Environmental Scanning, Foresight, Forward Looking, Future Studies, Futures Thinking, Horizon Scanning, Preliminary signal, Scenario Planning, Strategic Foresight, Strategic Intelligence, Strategic, Thinking, Visioning, Warning signs, Weak Signal e Outlier	108.003
Machine Learning	Deep Learning, Big Data e Data Driven	535.323
Semantic Network	Knowledge Graph, Ontology, Concep Map, Semantic Graph, Semantic Web, Knowledge Representation, Semantic Analysis, Semantic Relations, Linked Data	81.775

3.1 Procedimentos de Análise

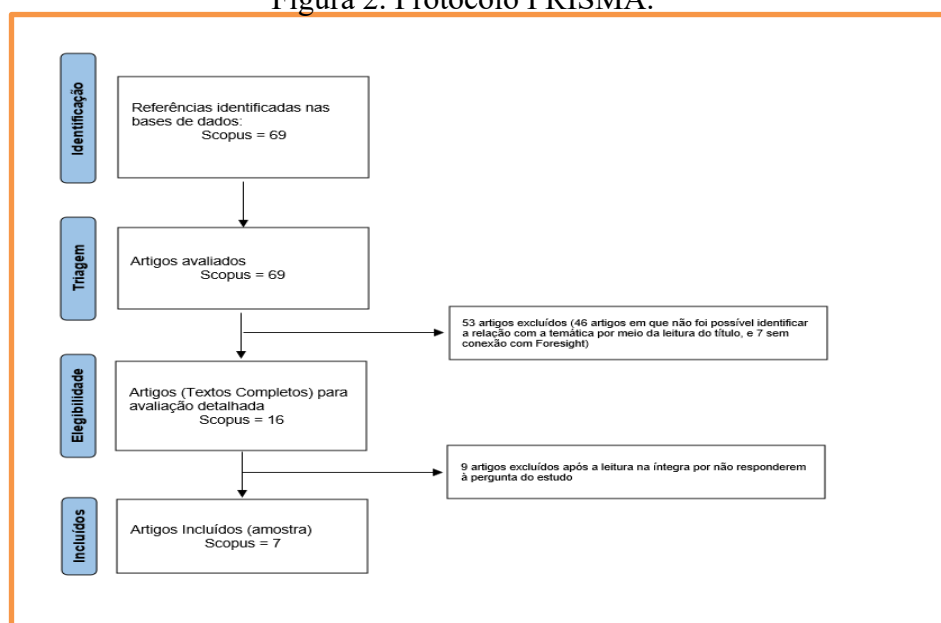
A análise foi conduzida sob a abordagem qualitativa, estruturada em duas etapas principais:

1. Fichamento analítico dos artigos;
2. Classificação segundo variáveis estruturantes, com apoio de análise exploratória (Snyder, 2019).

3.1.1 Fichamento Analítico dos Artigos

Esta etapa consistiu na realização de um fichamento analítico padronizado dos sete artigos selecionados, visando garantir consistência e comparabilidade dos resultados. O fichamento contemplou dez dimensões: (1) metadados do artigo, (2) objetivo principal, (3) contexto teórico, (4) metodologia, (5) técnicas de aprendizado de máquina, (6) principais contribuições, (7) limitações identificadas, (8) direções para pesquisas futuras, (9) palavras-chave e (10) relação com redes semânticas (Tabela 3).

Figura 2. Protocolo PRISMA.



Como ferramenta de apoio, utilizou-se o ChatGPT (OpenAI) para sumarização, classificação de conteúdo e extração assistida de categorias temáticas, em analogia ao uso de softwares de análise textual como SPSS Text Mining, Iramuteq ou NVivo. O ChatGPT foi empregado como apoio para organizar, sintetizar e categorizar as informações textuais extraídas dos artigos analisados, sendo que todas as classificações foram revisadas e validadas manualmente (Morgan, 2023; Naeem; Smith; Thomas, 2025). Este procedimento permitiu mapear as características centrais de cada estudo, proporcionando uma visão abrangente das contribuições individuais e das convergências e lacunas no conjunto analisado.

3.1.2 Classificação e Modelagem das Variáveis

A partir das informações extraídas nos fichamentos, definiu-se uma matriz de variáveis para classificar os artigos segundo aspectos metodológicos e temáticos considerados centrais. Essas variáveis foram selecionadas com base em conceitos consolidados na literatura e aplicadas de forma a permitir comparabilidade entre os estudos. Para cada variável, buscou-se associar uma referência reconhecida na área, garantindo fundamentação teórica sólida e alinhada ao escopo da pesquisa. As variáveis consideradas são apresentadas no quadro 3, abrangendo uma variável dependente e sete variáveis independentes.

Quadro 2. Artigos Selecionados.

N	Ano	Autores	Título	Journal
1	2020	M. Rao Batchanaboyina, Nagaraju Devarakonda	Design and Evaluation of Outlier Detection Based on Semantic Condensed Nearest Neighbor	Journal of Intelligent Systems (De Gruyter)
2	2020	Juyoung Song, Yoonsun Han, Kwanghyun Kim, Tae Min Song	Social Big Data Analysis of Future Signals for Bullying in South Korea: Application of General Strain Theory	Telematics and Informatics
3	2021	Sae-Eun Lee, Naan Ju, Kyu-Hye Lee	Visioning the Future of Smart Fashion Factories Based on Media Big Data Analysis	Applied Sciences (MDPI)
4	2021	Adil Bouktaib, Abdelhadi Fennan	A Framework for Weak Signal Detection in Competitive Intelligence using Semantic Clustering Algorithms	International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)
5	2021	Ozcan Saritas, Pavel Bakhtin, Ilya Kuzminov, Elena Khabirova	Big Data Augmented Business Trend Identification: The Case of Mobile Commerce	Scientometrics
6	2023	Yu Cheng, Sanghun Sul	Data-Driven Futuristic Scenarios: Smart Home Service Experience Foresight Based on Social Media Data	Systems (MDPI)
7	2025	Maryam Mahdikhani, Ata Karbasi, Mehri Mahdikhani	Beyond the headlines: analyzing news topics related to port productivity across different phases of the pandemic	International Journal of Productivity and Performance Management

Após a codificação dos artigos segundo as variáveis indicadas, foi construída uma matriz binária, que possibilitou a comparação entre os estudos e a identificação de padrões metodológicos. Esta matriz também serviu como insumo para a análise exploratória apresentada na seção de resultados (figura 3).

4. Resultados

Esta seção apresenta os resultados obtidos a partir da análise dos estudos mapeados na revisão sistemática da literatura, com o propósito de identificar padrões que ampliem a compreensão sobre a definição e a flexibilidade dos domínios no *foresight*. A investigação combina evidências qualitativas, derivadas do fichamento dos artigos, e quantitativas, resultantes da codificação e classificação das variáveis estruturantes. As seções seguintes discutem o poder discriminativo da variável Abordagem_Exploratoria, a fundamentação das dimensões analisadas e a integração entre ambas, oferecendo subsídios para interpretar as transições metodológicas observadas nas abordagens contemporâneas de *foresight* apoiadas por aprendizado de máquina e redes semânticas.

Quadro 3. Variáveis do Fichamento.

Variável	Tipo	Descrição	Referência
Definição_Domínio_a_Priori (dependente)	Dummy (0/1)	O artigo faz parte de um domínio temático definido (1 = sim; 0 = não), a priori	Lesca (2003); Lesca; Caron-Fasan (2008); Voros (2003); Piirainen; Gonzalez (2015)
Uso_ML	Dummy (0/1)	Diz se o estudo usa algoritmo de aprendizado de máquina	Mitchell (1997); Jordan; Mitchell (2015); Sarker (2021)
Tipo_Algoritmo	Categórica (0/1/2)	Classifica o tipo de algoritmo empregado: 0 = nenhum, 1 = redes semânticas, 2 = clustering/supervisionado.	Redes semânticas: Cambria; White (2014); Pereira et al. (2022). (2) Clustering/supervisionado: Sarker (2021); Jordan; Mitchell (2015); Mühlroth; Grottke (2020); Yoon (2012)
Foco_Dados_Sociais	Dummy (0/1)	Dados oriundos de redes ou mídias sociais (ex: Twitter, Weibo, fóruns)	Pang (2010); Yoon (2012); Song et al. (2020); Cheng; Sul (2023)
Presenca_Redes_Semanticas	Dummy (0/1)	Uso explícito de redes semânticas ou estruturas que organizam relações entre termos/conceitos	Cambria; White (2014); Borge-Holthoefer; Arenas (2010); Pereira et al. (2022)
Abordagem_Exploratoria	Dummy (0/1)	Indica se a análise é aberta (1) - categorias e temas surgem dos dados - ou se segue estrutura confirmatória/pré-definida (0).	Kitchin (2014) (data-driven); Yoon (2012) (tópicos/sinais sem taxonomia rígida); Mühlroth; Grottke (2020) (modelos não supervisionados); Geurts et al. (2022) (abordagem híbrida)
Objetivo_Preditivo	Dummy (0/1)	Predizer tendências, comportamentos ou eventos futuros com base nos dados	Jordan; Mitchell (2015); Sarker (2021); Mühlroth; Grottke (2020)
Uso_BigData	Dummy (0/1)	Uso de grandes volumes de dados (Big Data)	Chen, Chiang; Storey (2012); Kitchin (2014); Fan, Han; Liu (2014); Gandomi; Haider (2015)

4.1 Variável “Abordagem_Exploratoria” e poder discriminativo

Observou-se que a variável “Abordagem_Exploratoria” apresentou maior poder discriminativo em relação às demais, evidenciando correlações fracas com as outras variáveis (Figura 4) e maior capacidade de separação dos grupos no mapa de classificação (Figura 3). Esse resultado indica que a variável captura um aspecto metodologicamente independente, não redundante com as demais dimensões analisadas. Em outras palavras, a distinção entre abordagens abertas e confirmatórias constitui um eixo autônomo de diferenciação, relevante para compreender como os estudos estruturam os métodos no *foresight* (Hair et al., 2019; Mühlroth; Grottke, 2020).

4.2 Fundamentação das Variáveis a partir do Fichamento

A escolha da variável dependente Definicao_Dominio_A_Priori e das variáveis independentes foi fundamentada diretamente na análise detalhada dos 7 artigos selecionados (quadro 2). O fichamento analítico revelou a recorrência de 7 temas-chave e foi escolhida por representar um eixo central nos debates metodológicos, uma vez que a definição prévia de domínio influencia diretamente a flexibilidade e abrangência da analítica do *foresight*.

- Definição prévia ou não do domínio temático;
- Uso de técnicas de aprendizado de máquina;
- Origem social dos dados;
- Presença de estruturas semânticas;
- Tipo de abordagem (aberta ou confirmatória);
- Objetivo preditivo;
- Uso de Big Data.

Figura 3. Mapa de Classificação dos Artigos.

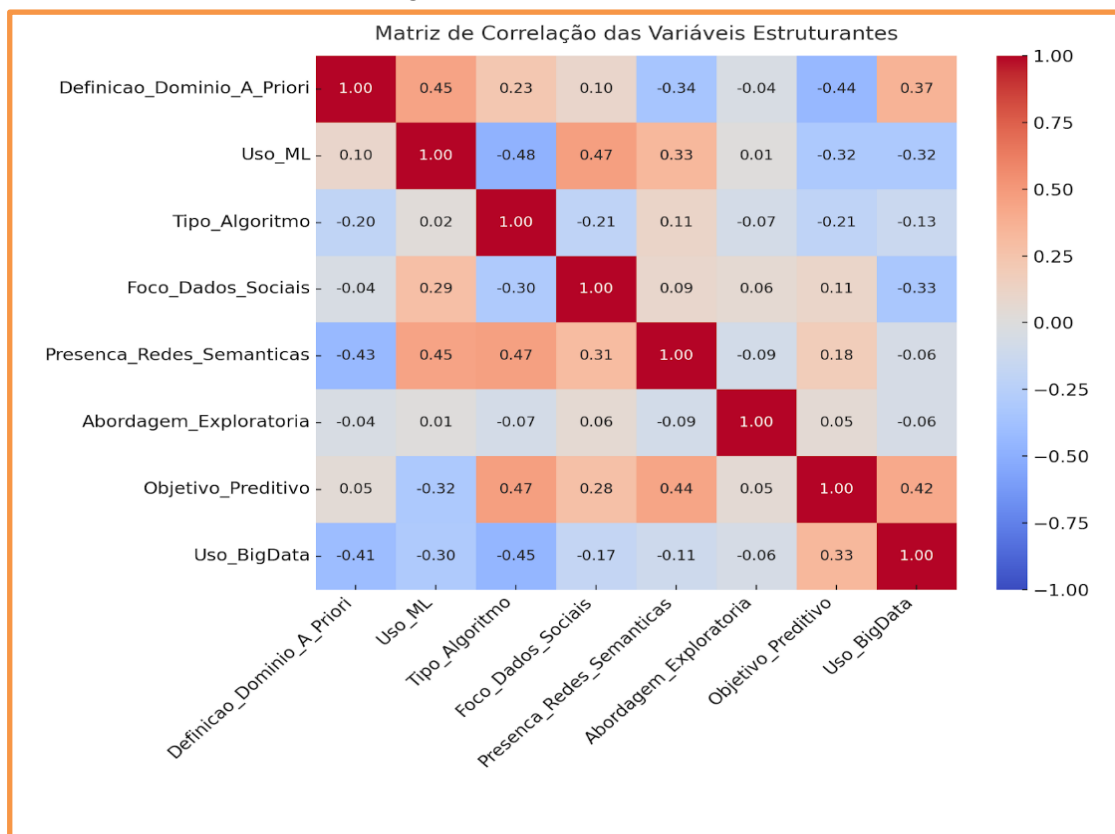
#	Artigos	Definicao_Dominio_A_Priori	Uso_ML	Tipo_Algoritmo	Foco_Dados_Sociais	Presenca_Rede_Semantica	Abordagem_Exploratoria	Objetivo_Preditivo	Uso_BigData
5	Design and Evaluation of Outlier Detection Based on Semantic Condensed Nearest Neighbor	1	1	2	1	1	0	1	1
6	Social Big Data Analysis of Future Signals for Bullying in South Korea: Application of General Strain Theory	0	1	2	1	1	1	1	1
7	Visioning the Future of Smart Fashion Factories Based on Media Big Data Analysis	0	1	2	1	1	1	1	1
8	A Framework for Weak Signal Detection in Competitive Intelligence using Semantic Clustering Algorithms	0	1	2	0	1	1	1	1
9	Big Data Augmented Business Trend Identification: The Case of Mobile Commerce	0	1	2	1	1	1	1	1
15	Data-Driven Futuristic Scenarios: Smart Home Service Experience Foresight Based on Social Media Data	0	1	1	1	1	1	1	1
16	Beyond the headlines: analyzing news topics related to port productivity across different phases of the pandemic	1	0	0	1	1	0	0	0

As variáveis independentes expressam dimensões metodológicas e contextuais recorrentes, permitindo alinhar a codificação quantitativa à riqueza das observações qualitativas do fichamento (Lesca, 2003; Mühlroth; Grottke, 2020).

4.3 Integração entre Fichamento e Classificação

A integração entre o fichamento detalhado e a classificação pelas variáveis estruturantes constitui um diferencial metodológico deste estudo. O fichamento forneceu uma base qualitativa aprofundada das abordagens, enquanto a classificação sistematizou esses achados, viabilizando análises exploratórias mais precisas e comparações diretas entre os estudos.

Figura 4. Matriz de Correlação.



Essa abordagem combinada permitiu:

- Identificar padrões metodológicos, como a tendência de estudos sem definição prévia de domínio adotarem abordagens exploratórias baseadas em dados (aprendizado de máquina e redes semânticas) (Cheng; Sul, 2023);
- Mapear lacunas, destacando a escassez de pesquisas que combinem definição não prévia de domínio com dados exclusivamente sociais e uso de redes semânticas avançadas;
- Diferenciar eixos analíticos: a baixa correlação entre a variável *Abordagem_Exploratoria* e as demais reforça que a escolha entre abordagem aberta e confirmatória constitui um eixo metodológico autônomo, capaz de segmentar significativamente a amostra analisada.

Essa integração entre análise qualitativa e quantitativa reforça a robustez interpretativa dos resultados, permitindo discutir tendências, lacunas e implicações para o avanço do *foresight* apoiado por dados e aprendizado de máquina (Mühlroth et al., 2023; Muraro; Salles-Filho, 2024).

5. Conclusão

Este estudo teve como objetivo responder à questão: como a aplicação de métodos de aprendizado de máquina e redes semânticas permite a descoberta autônoma de múltiplos domínios no contexto do *foresight* estratégico?

A revisão sistemática da literatura evidenciou que a flexibilização das fronteiras analíticas na definição de domínios constitui um elemento crítico para ampliar a capacidade de descoberta (Lesca; Caron-Fasan, 2008; Mühlroth; Grottke, 2020). Os estudos analisados demonstram que métodos orientados por dados e suportados por aprendizado de máquina e redes semânticas, ampliam a habilidade de identificar padrões e relações emergentes, superando as restrições impostas por delimitações fixas (Cambria; White, 2014; Chen, Chiang; Storey, 2012). Ao reduzir a dependência de estruturas rígidas de domínio, essas abordagens podem potencialmente criar novas possibilidades de varredura e interpretação, permitindo a detecção de sinais fora do radar tradicional e a construção de perspectivas alternativas para cenários futuros, uma competência essencial em ambientes complexos e de rápida transformação (Saritas et al., 2021; Lee et al., 2021; Adil; Abdelhadi, 2021; Song et al., 2020; Cheng; Sul, 2023).

Apesar das contribuições identificadas, o número reduzido de estudos limita a generalização dos achados e reforça a necessidade de investigações empíricas complementares, voltadas à aplicação prática e avaliação comparativa de modelos híbridos de *foresight* baseados em aprendizado de máquina e redes semânticas (Snyder, 2019).

5.1 Agenda de pesquisa futura

Com base nas lacunas e oportunidades identificadas, destacam-se quatro linhas de investigação prioritárias que constituem esta agenda de pesquisa:

- Investigar um fluxo que associe: (a) descoberta exploratória de temas e sinais diretamente a partir dos dados, (b) a triagem automatizada para distinguir informação relevante de ruído (*noise*, *bias*) e (c) organização dos achados em redes semânticas, ampliando o domínio de análise. A necessidade e a viabilidade desse encadeamento tornam-se evidentes ao combinar o diagnóstico de lacunas e integração do campo (Mühlroth, 2018), a detecção orientada por dados (Mühlroth; Grottke, 2020) e a filtragem “*news vs. noise*” em grandes fluxos informacionais (Mühlroth, 2023), sustentadas por princípios de representação semântica (Cambria; White, 2014; Borge-Holthoefer; Arenas, 2010; Pereira et al., 2022).
- Analisar como a interação entre ML e especialistas transforma tópicos emergentes em sinais priorizados e interpretáveis para decisão, utilizando as redes semânticas como *interface* de sentido no domínio do *foresight*. Essa rastreabilidade depende da combinação entre interpretação contextual e integração de métodos (Mühlroth, 2018), de achados explicáveis sobre a emergência de padrões (Mühlroth; Grottke, 2020) e a validação humana em filtros de relevância (Mühlroth, 2023); reforça-se, assim, a pertinência de

arranjos híbridos IA-especialista, capazes de combinar automação e julgamento humano (Geurts et al., 2022; Souza; Janissek-Muniz, 2022).

- Integrar múltiplas fontes de dados em grafos de conhecimento, investigando ganhos de cobertura, precisão, atualidade e robustez ao combinar mídias sociais, notícias, literatura científica e relatórios em redes semânticas. Essa integração possibilita a criação de *knowledge graphs* (em redes semânticas) do domínio, que potencializam a descoberta de padrões latentes e a atualização contínua de contextos analíticos. As evidências mostram a utilidade de dados social/news para scanning e sinais (Pang, 2010; Yoon, 2012; Song et al., 2020), o surgimento de fontes acidentais e abertas (Arribas-Bel, 2014) e o papel das estruturas semânticas para representar relações e significados (Cambria; White, 2014; Borge-Holthoefer; Arenas, 2010; Pereira et al., 2022); aplicações recentes em *foresight* reforçam o potencial dessa integração (Cheng; Sul, 2023; Zoccarato et al., 2024).
- Avaliar como resultados derivados de ML + redes semânticas influenciam o *timing*, a qualidade e o alinhamento estratégico das decisões, e conectando esses efeitos às capacidades dinâmicas e à geração de valor organizacional. Essa linha se ancora demonstração de contribuição do *foresight* para o desempenho (Rohrbeck; Schwarz, 2013), no seu enquadramento como capacidade dinâmica (Semke, 2020) e na evidência de benefícios e transição metodológica ao integrar dados e ML em contextos estratégicos (Muraro; Salles-Filho, 2024).

Ao abordar tais questões, futuras pesquisas poderão não apenas aprofundar o conhecimento teórico e consolidar abordagens mais dinâmicas, orientadas por dados para a antecipação estratégica em contextos organizacionais complexos.

5.2 Contribuições Acadêmicas

O estudo contribui para o avanço teórico do *foresight* ao demonstrar como o aprendizado de máquina e as redes semânticas podem expandir o domínio analítico, superando a rigidez das taxonomias pré-definidas.

Do ponto de vista acadêmico, a principal contribuição consiste em que o aprendizado de máquina viabiliza a descoberta orgânica de padrões e temas emergentes, articulando a automação analítica com o processo interpretativo humano (Mühlroth; Grottke, 2020).

Além disso, o trabalho integra conceitualmente sinais fracos, cenários e redes semânticas, evidenciando o potencial da análise de coocorrências para estruturar relações contextuais relevantes à antecipação estratégica (Cheng; Sul, 2023). A sistematização da literatura no período de 2010 a 2025 demonstra a evolução das agendas de pesquisa, revelando a transição da ênfase em *Big Data*, centrada na infraestrutura informacional, para o uso de ML, voltado ao desenvolvimento de métodos analíticos adaptativos (Muraro; Salles-Filho, 2024). Nesse movimento, o estudo também identifica lacunas relevantes, como a ausência de modelos integrados que articulem algoritmos de aprendizado de máquina e redes semânticas para ampliar o campo analítico do *foresight*.

O artigo ainda contribui para a discussão metodológica e de suporte tecnológico do L.E.SCA[®], cuja premissa central é a definição *a priori* do domínio como recorte

organizador da coleta e interpretação de sinais (Lesca, 2003). Embora tal delimitação seja útil para orientar a atenção estratégica, demonstra-se que, em ambientes dinâmicos, ela pode restringir a detecção de interações emergentes. Ao explorar o uso de aprendizado de máquina e redes semânticas, o presente trabalho sugere adaptações metodológicas, permitindo que os domínios analíticos surjam de forma mais orgânica a partir dos dados (Mühlroth; Grottke, 2020; Cheng; Sul, 2023). Complementarmente, a integração com Inteligência Artificial Generativa reforça o potencial de automatizar a triagem de sinais fracos e reduzir a sobrecarga informacional, ampliando a aplicabilidade do L.E.SCanning[®] em contextos de alta complexidade (Janissek-Muniz et al., 2025).

5.3 Contribuições Gerenciais

Do ponto de vista prático, o estudo buscou oferecer elementos iniciais para a estruturação potencial de ferramentas para que gestores aprimorem a tomada de decisão em contextos turbulentos, apoiando-se em algoritmos capazes de identificar relações e sinais emergentes invisíveis aos métodos tradicionais. Ao reduzir a dependência da intuição e da racionalidade limitada (Simon, 1991), essas abordagens contribuem para mitigar vieses cognitivos e melhorar a qualidade das decisões (Kahneman, 2003).

Os resultados reforçam a aplicabilidade do aprendizado de máquina e das redes semânticas na análise de sinais fracos, promovendo a adaptação contínua das organizações a contextos de mudança. Além disso, o estudo propõe ajustes ao método L.E.SCanning[®], substituindo a definição rígida de domínios por recortes orientados, o que amplia a capacidade de monitoramento estratégico e reduz o risco de negligenciar sinais periféricos. Por fim, destaca-se que a adoção dessas abordagens contribui para expandir o campo de visão estratégico e fortalecer a resiliência organizacional diante de ambientes incertos e dinâmicos.

Referências

- Adil B.; Abdelhadi F. A Framework for Weak Signal Detection in Competitive Intelligence using Semantic Clustering Algorithms. International. **Journal of Advanced Computer Science and Applications**. 12(12), 555–565. 2021.
- Ansoff, H. I. Managing strategic surprise by response to weak signals. **California Management Review**. V. 18, n. 2, p. 21-33. 1975.
- Araújo, L.; Janissek-Muniz, R. Uso de Analytics em processos de Foresight: contribuições para Futuras Pesquisas." **Enanpad**. 2021
- Arribas-Bel, D. Accidental, open and everywhere: Emerging data sources for the understanding of cities. **Applied Geography**. V. 49, p. 45-53. 2024.
- Batchanaboyina M.R.; Devarakonda N. Design and evaluation of outlier detection based on semantic condensed nearest neighbor. **Journal of Intelligent Systems**. 29(1), 1416–1424. 2020.
- Borges, N.; Janissek-Muniz, R. O uso da inteligência artificial no foresight: status e potencialidades. **11º IFBAE**. 2022.

- Boyd, D.; Crawford, K. Critical questions for big data: Provocations for a cultural, technological, and scholarly phenomenon. *Information. Communication; Society*. V. 15, n. 5, p. 662-679. 2012.
- Brito-Cabrera, C.; Janissek-Muniz, R. Abordagem antecipativa para ajuste estrutural contingencial nas empresas através do uso do foresight: uma contribuição à teoria da contingência. *Semead*. 2021.
- Brito-Cabrera, C.; Janissek-Muniz, R.; Ferreira, L. R.; Batista, J. M. E. S. Foresight: Uma análise da evolução dos métodos, técnicas e ferramentas. *EnAnpad*. 2025.
- Borge-Holthoefer, J.; Arenas, A. Semantic Networks: Structure and Dynamics. *Entropy*. 12(5), 1264-1302; 2010.
- Cambria, E.; White, B. Jumping NLP curves: A review of natural language processing research. *IEEE Computational Intelligence Magazine*. V. 9, n. 2, p. 48-57. 2014.
- Chen, H.; Chiang, R. H.; Storey, V. C. Business intelligence and analytics: From big data to big impact. *MIS Quarterly*. V. 36, n. 4, p. 1165-1188. 2012.
- Cheng, Y.; Sul, S. Data-Driven Futuristic Scenarios: Smart Home Service Experience Foresight Based on Social Media Data. *Systems*. V 11, 287. 2023.
- Collins, A. M.; Quillian, M. R. Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. V 8, n. 2, p. 240-247. 1969.
- Fan, J.; Han, F.; Liu, H. Challenges of Big Data analysis. *National Science Review*. V 1, n. 2, p. 293-314. 2014.
- Gandomi, A.; Haider, M. Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*. V 35, n. 2, p. 137-144. 2015.
- Geurts, A., Gutknecht, R., Warnke, P., Goetheer, A., Schirrmeister, E., Bakker, B.,; Meissner, S. New perspectives for data-supported foresight: The hybrid AI-expert approach. *Futures; Foresight Science*. V 4, e99. 2022.
- Hiltunen, E. The future sign and its three dimensions. *Futures*. V 40, n. 3, p. 247-260. 2008.
- Jordan, M. I.; Mitchell, T. M. Machine learning: Trends, perspectives, and prospects. *Science*. V 349, n. 6245, p. 255-260. 2015.
- Janissek-Muniz, R., Lesca, H.; Freitas, H. Desenvolvimento da capacidade de antecipação pela identificação e captação de indícios antecipativos em contexto de Inteligência Estratégica Antecipativa. *IFBAE*, Porto Alegre. 2007.
- Janissek-Muniz, R.; Marcolin, C.; Panizzon, M.; Borges, N. Generative Artificial Intelligence to support the Detection of Weak Signals in Anticipatory Strategic Intelligence Processes. In: *International Forum on Business and Anticipatory Enterprises (IFBAE)*. Grenoble. 2025.
- Kahneman, D. A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. *American Psychologist*. V 58, n. 9, p. 697-720. 2003.
- Kitchin, R. Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. *Big Data; Society*, V 1, n. 1, p. 1-12. 2014.

- Lecun, Y.; Bengio, Y.; Hinton, G. Deep learning. *Nature*. V. 521, n. 7553, p. 436-444. 2015.
- Lee S.-E.; Ju N.; Lee K.-H. Visioning the future of smart fashion factories based on media big data analysis. *Applied Sciences (Switzerland)*. V 11(16), 7549. 2021.
- Lesca, H. Veille stratégique: la méthode LE SCAnning®. *EMS*. 2003.
- Lesca, H; Janissek-Muniz, R; Freitas, H. Inteligência Estratégica Antecipativa: uma ação empresarial coletiva e pró-ativa. *Site ABRAIC*. 2003.
- Lesca, H.; Caron-Fasan, M.-L. Facteurs clés de succès d'une veille anticipative stratégique. *Revue Française de Gestion*. V 34, n. 180, p. 215-231. 2008.
- Lesca, H.; Janissek-Muniz, R. Inteligência Estratégica Antecipativa e Coletiva: O método L.E.SCAnning®. 2020.
- Mahdikhani M.; Karbasi A.; Mahdikhani M. Beyond the headlines: analyzing news topics related to port productivity across different phases of the pandemic. *International Journal of Productivity and Performance Management*. 2025.
- Mintzberg, H.; Raisinghani, D.; Théorêt, A. The structure of 'unstructured' decision processes. *Administrative Science Quarterly*. V. 21, n. 2, p. 246-275. 1976.
- Mitchell, T. M. Machine Learning. *McGraw-Hill*. 1997.
- Morgan, D. L. Exploring the Use of Artificial Intelligence for Qualitative Data Analysis: The Case of ChatGPT. *Qualitative Research*. V 24(5), 1007-1024. 2023.
- Mühlroth C.; Grottke M. A systematic literature review of mining weak signals and trends for corporate foresight. *Journal of Business Economics*, 88, 643–691. 2018.
- Mühlroth, C.; Grottke, M. Artificial intelligence in innovation: how to spot emerging trends and technologies. *IEEE Transactions on Engineering Management*. 2020.
- Mühlroth C, Kölbl L, Grottke M. Innovation signals: leveraging machine learning to separate noise from news. *Scientometrics*. V 28(5):2649-2676. 2023.
- Muraro, V.; Salles-Filho, S. Big data, machine learning and uncertainty in foresight studies. *Foresight*. V 26 (3): 436–452. 2024.
- Naeem, M., Smith, T.; Thomas, L. Thematic Analysis and Artificial Intelligence: A Step-by-Step Process for Using ChatGPT in Thematic Analysis. *Qualitative Research*. V 25(1), 1-22. 2025.
- Page, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. V 372, n. 71, p. 1-9. 2021.
- Pang, A. S. K. Social scanning: Improving futures through Web 2.0; or, finally a use for twitter. *Futures*. V 42, n. 10, p. 1222-1230. 2010.
- Pereira, H. B. B.; Grilo, M.; Fadigas, I. S.; Souza-Junior, C. T.; Cunha, M. V.; Barreto, R. S. F. D.; Andrade, J. C., Henrique, T. Systematic review of the “semantic network” definitions. *Expert Systems with Applications*. 2022.
- Rios, F. L. C.; Janissek-Muniz, R. Uma proposta de relação de requisitos funcionais para um software de apoio ao processo de inteligência. *REAd – Revista Eletrônica de Administração*, Porto Alegre, V 20, n. 2, p. 331-356. 2014.

- Rohrbeck, R.; Schwarz, J. O. The value contribution of strategic foresight: Insights from an empirical study of large European companies. **Technological Forecasting and Social Change**. V 80, Issue 8, Pages 1593-1606, ISSN 0040-1625. 2013
- Saffi, F. Explorando usos potenciais do big data para a inteligência antecipativa. 2020.
- Sarker, I.H. Machine Learning: Algorithms, Real-World Applications and Research Directions. **Sn Computer Science**. V 2. 2021.
- Saritas O.; Bakhtin P.; Kuzminov I.; Khabirova E. Big data augmented business trend identification: the case of mobile commerce. **Scientometrics**. V 126(2), 1553–1579. 2021.
- Semke, C. Corporate Foresight and Dynamic Capabilities: An Exploratory Study. **Forecasting**. V 2(2), 180-193. 2020.
- Simon, H. A. Bounded rationality and organizational learning. **Organization Science**. V 2, n. 1, p. 125-134. 1991.
- Sivarajah, U.; Kamal, M. M.; Irani, Z.; Weerakkody, V. Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. **Journal of Business Research**, v. 70, p. 263-286. 2017.
- Snyder, H. Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**. V 104, Pages 333-339, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>.
- Song J.; Han Y.; Kim K.; Song T.M. Social big data analysis of future signals for bullying in South Korea: Application of general strain theory. **Telematics and Informatics**. V 54, 101472. 2020.
- Souza, V. A. de, Janissek-Muniz, R. Percepções de Especialistas quanto ao Uso de Inteligência Artificial em Processos de Foresight. In: **International Forum on Business and Anticipatory Enterprises (IFBAE)**. 2022.
- Yoon, J. Detecting weak signals for long-term business opportunities using text mining of Web news. **Expert Systems with Applications**. V 39, n. 16, p. 12543-12550. 2012.
- Voros J. A generic foresight process framework. **Foresight**, Vol. 5 No. 3 pp. 10–21, doi: <https://doi.org/10.1108/14636680310698379>. 2003.
- Zoccarato, F.; Ghezzi, A.; Lettieri, E.; Toletti, G. Technological Scanning for Foresight: The case of Metaverse applications for Healthcare. **Technological Forecasting and Social Change**. 2024.