

TECNOLOGIA DIGITAL APLICADA NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Autor: Roberto Giro Moori

Financiamento: Fundo Mackenzie de Pesquisa (Mackpesquisa), CAPES e CNPq. **Linha de Pesquisa:** Gestão da Cadeia de Suprimentos (CNPQ) **Data:** 05 de agosto de 2022.

Fonte primária (base do projeto de pesquisa): Atendimento à CI. FMP. 164/2017 – Mackpesquisa - datado de 23 de maio de 2017 (relatório emitido em 19 de junho de 2017)

Projeto de extensão (Proposta) – Mackpesquisa – 05 de agosto de 2022

CONTEXTO E JUSTIFICATIVA

A Indústria 4.0, que se emancipou de artigos acadêmicos e científicos e passou para orçamentos corporativos, é caracterizada pela criação de valor em atividades que vão desde design (organizacional ou produto), manufatura, entrega de bens e serviços a satisfação das necessidades individuais, cada vez mais capacitadas por seus agentes (smartphones). Os pilares da indústria 4.0 são integrações horizontais e verticais, colaboração interna e externa, integração perfeita da engenharia em toda a cadeia de valor, foco nas necessidades dos clientes e capacidade de mudar os modelos de negócios (Porter e Heppelmann, 2015).

A disponibilidade no mercado de modelos que detalham tudo, desde o software necessário para executar uma fábrica ou configurar uma linha de produção até os data centers que podem gerenciar remotamente o back office e supervisionar a produção industrial remotamente, facilitam o rastreamento da produção mundial dos padrões da indústria, o que imporá qualificação restritiva requisitos para profissionais. No entanto, o presidente da empresa brasileira WEG, Harry Schmelzer Jr, acrescenta que a automação da indústria brasileira é um processo e não deve passar diretamente para a indústria 4.0. Isso requer gerenciamento de informações mais eficiente e melhor tomada de decisão. Eles também devem continuar a desenvolver profissionais tradicionais, embora devam ser treinados em tecnologias para trabalhar com novas ferramentas, estar cientes da inteligência artificial, dominar certas linguagens de software (Scheller, 2019).

Segundo Bernarde Charlés, executivo da empresa francesa Dassault Systemes, o valor para a empresa é saber bem o que seu consumidor deseja. Hoje, o valor é capturado por quem conhece o consumidor e pode oferecer algo diferente para ele. A Dassault faz sistemas para a criação de projetos em 3D - são os programas da empresa que projetam todos os aviões do planeta, além de cerca de 70% dos carros do mundo. As pessoas precisam confiar na idéia de que o que está na tela é real e influenciará a realidade. Ninguém mais faz um projeto virtual em 3D e, em seguida, cria um modelo e o toma como modelo de produção; hoje o virtual é quem comanda (Capelas, 2019).

Além disso, acrescenta o executivo, precisamos mudar os métodos organizacionais e treinar pessoas para o futuro. Muitas empresas transferem responsabilidades de uma área para outra, sem trabalhar de maneira integrada. A integração reduz custos, tempos e até viagens. Como exemplo, o executivo argumenta que a Apple sabe muito bem o que o consumidor precisa em um telefone celular. Assim, você pode impulsionar a inovação e encomendar o Foxconn no iPhone da maneira que desejar. Quem tem o poder de conhecer o consumidor pode encontrar

fornecedores para cuidar do que eles não querem perder tempo fazendo. Na realidade, o que se observa é a mudança da economia do produto para a experiência econômica. O valor vem da experiência - e o produto se torna um custo incorporado a ele. A transformação digital é algo que se aplica a toda economia. Nos negócios, é uma mudança drástica na maneira como você projeta, produz, entrega e vende um produto ou serviço, como constrói um ecossistema em torno dele.

Nesse contexto, a matemática e os algoritmos estão influenciando cada vez mais os negócios corporativos. No campo da administração, certos problemas de gerenciamento são complexos demais para serem resolvidos com matemática pura ou incluem elementos aleatórios ou situações de risco que desafiam uma solução matemática gráfica. No entanto, modelos de problemas podem ser construídos e cenários do mundo real simulados, a abordagem de tentativa e erro pode fornecer uma solução razoável (Miyagui, 2004). A simulação de cenário é uma maneira de modelar a essência de uma atividade ou sistema para que experimentos possam ser feitos para avaliar o comportamento ou efeito do sistema ao longo do tempo. Não é uma técnica de otimização (como programação linear), mas permite enfrentar problemas muito complexos ou inapropriados para a matemática comum. Em um ambiente turbulento competitivo, afetado por megatendências como a globalização e demandas crescentes por maior grau de personalização do produto, a importância da simulação se torna evidente (Mourtzis et al., 2014).

O principal desafio envolve posições relacionadas ao desenvolvimento digital e tecnológico das empresas. São profissões pouco conhecidas como segurança da informação, cientistas de dados, analista de marketing digital e desenvolvimento de produtos de tecnologia, onde a demanda excede em muito a oferta de profissionais. De maneira geral, analistas privados do mercado de trabalho consideram que as universidades brasileiras não são capazes de treinar talentos demandados pela economia e veem na preparação de novos profissionais por suas próprias empresas uma maneira de enfrentar o problema (Oesp, 2019).

Portanto, a questão da pesquisa é: até que ponto o uso da remodelação e simulação de cenários influencia a parceria universidade-empresa mais próxima?

O objetivo de obter uma resposta para a pergunta, por meio de pesquisas, é explorar caminhos na área de administração: da teoria às práticas de gestão e simulação, a fim de aproximar a universidade do mercado.

PREMISSAS BÁSICAS

I) Teoria, do ponto de vista científico, são generalizações monológicas desenvolvidas a partir de problemas, nunca alcançando as fontes de conhecimento, pois são passíveis de exame crítico, seja por reprodutibilidade ou refutabilidade (Popper, 1977). Em outras palavras, uma conclusão científica tem crédito não por ser perfeito ou inabalável, mas por ser falível; somente será efetivo para falha e prevalecerá até que sua falha seja demonstrada. Confiar na ciência é confiar em um método, não em uma "verdade" (Popper, 1977; Bucci, 2019).

II) A prática, do ponto de vista científico, é considerada uma observação empiricamente verificada. Teoria refere-se às relações entre práticas ou, em outras palavras, à ordenação significativa dessas práticas, consistindo em conceitos, classificações, correlações, generalizações, princípios, leis, regras, teoremas, axiomas etc. Nesse sentido, segundo Goode e Hatt (1979), o desenvolvimento da ciência pode ser considerado como uma inter-relação constante entre teoria e prática.

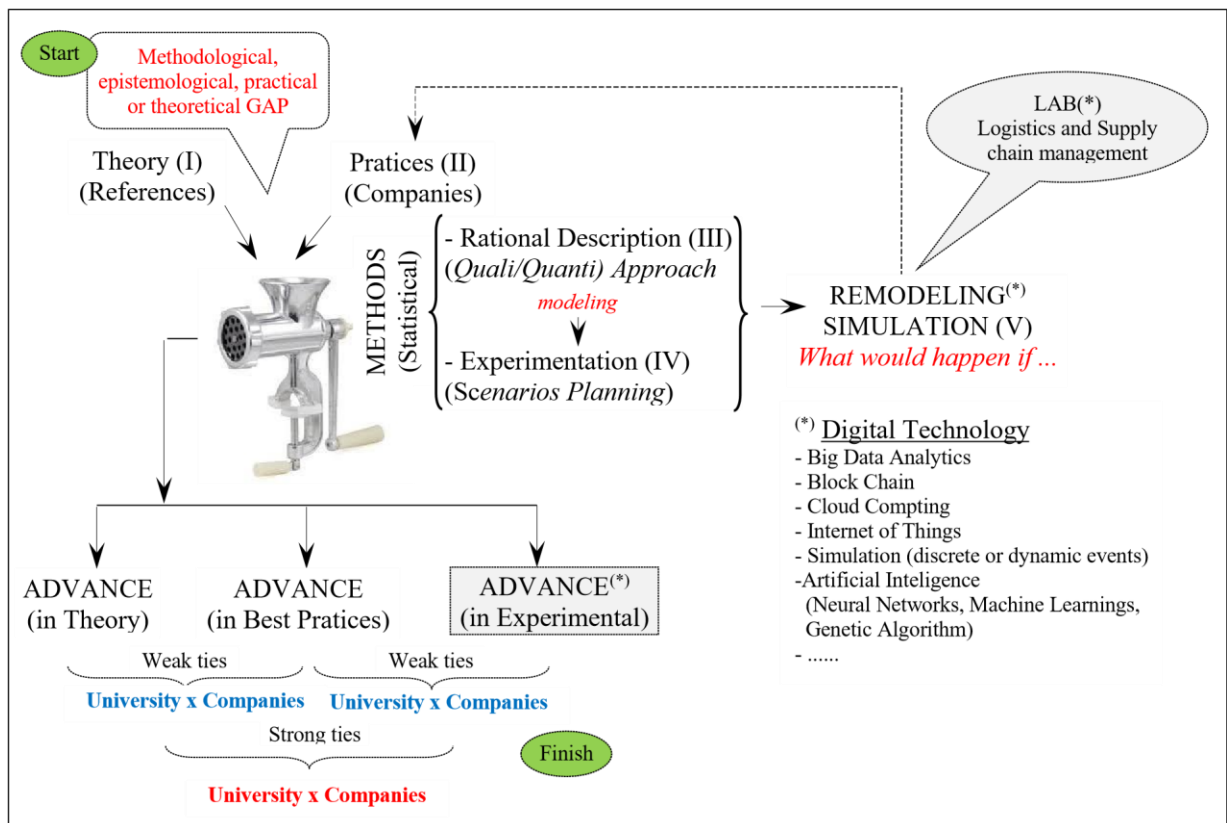
III) A estatística como método de descrição racional é usada para reduzir (por exemplo, administrativo) os fenômenos a termos quantitativos e manipulação estatística, o que permite: a) provar as relações dos fenômenos entre si e obter generalizações sobre sua natureza, ocorrência ou significado e; b) compare as semelhanças e diferenças de muitos grupos (pessoas, máquinas, produtos).

IV) A estatística como método de experimentação e teste é usada para determinar se uma estrutura organizacional específica (por exemplo, tamanho da empresa, número de funcionários etc.) afeta o desempenho organizacional.

Nos dois casos (III e IV), a estatística contribui para uma melhor compreensão do binômio teoria-prática (I e II) relacionado ao objeto de estudo (por exemplo, fenômenos administrativos).

V) Modelagem e simulação (computacional) consiste no desenvolvimento de modelos de sistemas organizacionais que podem envolver alterações de layout, expansões de plantas, troca de equipamentos, reengenharia, dimensionamento de uma nova fábrica, etc. Portanto, a simulação de um sistema implica a modelagem de um processo, de modo que o modelo imite as respostas reais do sistema em uma sucessão de eventos que ocorrem ao longo do tempo. Permite ao gerente realizar estudos sobre os sistemas correspondentes modelados para responder a perguntas como: "O que aconteceria se?". A simulação por computador permite que estudos sejam realizados em sistemas que ainda não existem, levando ao desenvolvimento de projetos eficientes antes que qualquer alteração física seja iniciada.

A partir das premissas básicas I, II, III, IV e V, foi desenvolvida a Figura 1, representativa do projeto de pesquisa.



(*) Área de interesse de pesquisa da disciplina Gestão Estratégica da Logística e da Cadeia de Suprimentos para Laboratório

Figura 1: Fluxo de informações simplificado do projeto de extensão Fonte:
Adaptado de Moori (2017)

Assim, podem-se ter como saída:

AVANÇO na Teoria: Estabelecer, de forma clara e explícita, a relação entre variáveis de causa e efeito, que será disponibilizada à comunidade acadêmica por meio de relatórios em publicações em periódicos de alto fator de impacto ou de acordo com a estratificação da produção intelectual. qualidade dos programas. pós-graduação projetada pela CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, órgão do governo federal brasileiro no Ministério da Educação, responsável pela garantia da qualidade em instituições de graduação e pós-graduação no Brasil.

AVANÇO nas melhores práticas (Benchmarking): Os resultados da relação entre variáveis de causa e efeito relatados nas publicações contribuem para superar a pobreza de soluções práticas, capacitando gerentes e resultando em ganhos financeiros.

Nesse sentido, conforme o educador brasileiro Paulo Freire, a teoria sem prática se tornou verbalismo, assim como a prática sem teoria se tornou ativismo. Mesmo quando nos conectamos, prática e teoria, temos a práxis, o criador e o modificador da realidade.

AVANÇO Experimentalmente. O experimento é o próximo passo da pesquisa. Os modelos gerados pela descrição racional precisam ganhar visibilidade, contribuindo para uma melhor compreensão dos fenômenos administrativos. Uma das várias alternativas é desenvolver aplicativos (em eventos discretos, dinâmicos ou baseados em agências) para simular computacionalmente cenários para os modelos gerados por descrição racional, a fim de ajustar continuamente os relacionamentos entre variáveis de causa e efeito. Os modelos gerados, além de encaminhar mudanças ou novas soluções, tornarão mais compreensível e justificável para usuários e gerentes de decisões que tomam a decisão de aplicar em projetos de inovação.

NOTA: No sentido do avanço experimental, simulações computacionais de eventos discretos com o software ARENA / ROCKWELL para modelos de administração (Kelton, Sadowski e Sturk, 2004; Altiok e Melamed, 2007) podem ser usadas para apoiar a preparação de aulas nos negócios disciplina logística do curso de graduação.

CONTRIBUIÇÕES PARA A TEORIA (Universidade)

1) Este é um projeto relacionado a um tema importante para a administração brasileira e de interesse para os gerentes da cadeia de suprimentos. Além disso, as relações entre variáveis de causa e efeito (obtidas nos resultados) contribuem para a renovação, expansão ou geração de novos conhecimentos na área de administração.

2) Considera-se que o gerenciamento da cadeia de suprimentos tratado neste projeto pode ser estendido ao gerenciamento da cadeia de suprimentos verde (ou ecológica), que utiliza a mesma matriz de conhecimento e é estudado por praticamente os mesmos autores do gerenciamento da cadeia de suprimentos e / ou gerenciamento verde da cadeia de suprimentos.

CONTRIBUIÇÕES PARA AS PRÁTICAS GERENCIAIS (Empresas)

1) É difícil atrair pesquisadores com habilidades abstratas de raciocínio (matemática / estatística), especialmente de estudantes de graduação e pós-graduação, para pesquisar sobre o assunto do projeto. Os alunos preferem trabalhar nas áreas de marketing, gestão de pessoas e estratégia, que usam modelos narrativos mais do que modelos matemáticos / estatísticos, e fornecem mais status. Nesse sentido, incentivar os pesquisadores a fazer parte do estudo por meio de bolsas de estudos, local de trabalho apropriado, laboratório de logística e cadeia de suprimentos e instalações parece ser uma tentativa conveniente e atraente e, assim, formar profissionais confiantes.

2) Estimulação para o desenvolvimento do laboratório de logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. Observa-se que, ao desenvolver modelos administrativos e gerar aplicativos para simular cenários computacionalmente, há um afastamento da interdisciplinaridade (dentro da mesma área do conhecimento) para se tornar uma tarefa multidisciplinar (de diferentes áreas do conhecimento). Combinar negócios (logística e cadeia de suprimentos) com o desenvolvimento de aplicativos (ciência da computação com interação entre engenharia de produção / transporte / administração / design da FAU) requer habilidades rudimentares de linguagem de programação e dedicação. Nesse sentido, a construção de um laboratório multidisciplinar ou mesmo temático de gerenciamento e logística da cadeia de suprimentos seria oportuna e de grande valor. Vale ressaltar que os softwares VisSim, Lisrel e Nvivo, para a criação de aplicativos, podem ser incorporados ao Laboratório e utilizados por estudantes de graduação e pós-graduação.

Além disso, em qualquer projeto de alta complexidade, em que envolvem recursos humanos, produtivos e financeiros, análises estratégicas, devem atentar aos riscos e tomar decisão de aprová-lo. Exemplos de ferramenta gerenciais dessa natureza têm-se a metodologia Log-Frame, análise de modo de falha (FMA) e a análise de modo e efeito de falha (FEMA), em que se constrói barreiras ou planos alternativos (plano B) para superar riscos por meio de adoção de métodos administrativos ou de engenharia e ser ter pré-visualizações do que podem acontecer na execução do projeto.

Nesse sentido, deixa claro para os investidores um caminho visível e confiante para a empresa ser lucrativa e obter vantagem competitiva sustentável.

3) A publicação de artigos em periódicos é facilitada pela criação do laboratório (e a infraestrutura apropriada), que permitirá produção acadêmica / científica de alto nível e consequente publicação em periódicos de alto fator de impacto ou indicadores de qualidade na biblioteca acadêmica brasileira (Capes A1, A2, B1 ou B2). Além disso, acredita-se que eles atrairão, por mérito, pesquisadores interessados em aprofundar conhecimentos em logística e cadeia de suprimentos.

REFERENCIAS

Altiock, T., Melamed, B. 2007. Simulation modeling and analysis with Arena. USA: Elsevier Inc.

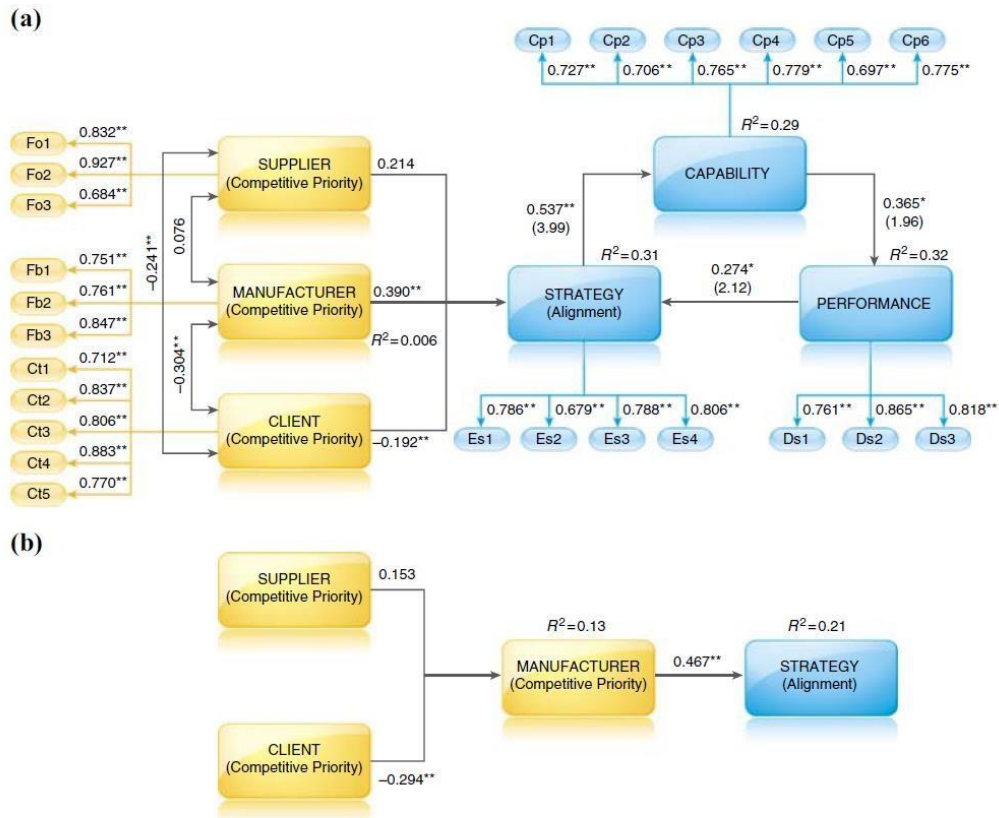
- Bucci, E. 2019. A mentira na política e o ideário fascista. OESP. Espaço aberto. 11 de abril de 2019, p. A2.
- Capelas, B. 2019. Experiência. Economia deixou de ser baseada em produtos, afirma executivo. OESP. Caderno de Economia. 13 de março de 2019, p. B12.
- Goode, W., & Hatt, P. K. 1979. Método em pesquisa social. São Paulo: Editora Companhia Nacional.
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sturck, D. T. 2004. Simulation with Arena. USA: McGrawHill, 3th Edition.
- Lakatos, E. M., & Marconi, M. A. 1995. Metodologia Científica. São Paulo: Atlas, pp. 83-84.
- Miyagui, P. E. 2004. Introdução a Simulação Discreta. São Paulo: EPUSP – Mecatrônica. Apostila.
- Moori, R. G. (2017). Relatório síntese de projeto de pesquisa (Mackpesquisa).
- Moori, R. G., Kimura, H., & Sobreiro, V. A. (2019). Alinhamento diádico em empresas de bens de capital. Benchmarking: An International Journal, Vol. 26 No. 4, pp. 1174-1193. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2017-0083>.
- Moori, R. G., & NG, Andre. (2003). Uso do Modelo de Redes Neurais na Previsão do Faturamento da Indústria Automobilística. In: VI SIMPOI 2003 - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais da Fundação Getúlio Vargas, 2003, São Paulo, SP. Anais do VI SIMPOI - 2003, p. 1-10.
- Morais, R. R., Moori, R. G., & Gardesani, R. (2021). Análise de Estratégias em Gestão de Estoque e de Demanda por meio de possíveis Cenários: Proposta de um Modelo Mental em Simulação ARENA. REVISTA GESTÃO EM ANÁLISE (REGEA), v. 10, p. 34-47, 2021.
- Mourtzis, D., Doukas, M., & Bernidaki, D. 2014. Simulation in Manufacturing: Review and challenges. USA: ScienceDirect. Procedia CIRP 25, pp. 213-229.
- OESP. Falta de mão de obra qualificada. Jornal OESP. Notas e Informações, p. A3, 1 de dezembro de 2019.
- Popper, K. R. 1977. The logic of scientific discovery. São Paulo: Editora Cultrix.
- Porter, M. E., & Heppelmann, J. E. 2015. How Smart, Connected Products are Transforming Companies. USA: Harvard Business Review.
- Scheller, F. 2019. Choque digital. Queremos ser protagonistas da indústria 4.0 no Brasil. OESP. Caderno de Economia. 24 de novembro de 2019. P. B6.

EXEMPLOS PRÁTICOS

Exemplo 1 – Cenário de Simulação – ARENA / Rockwell

Baseado em trabalho de pesquisa: Moori, R. G., Nafal, K. A., Kimura, H., Sobreiro, V. A. 2019. Alinhamento diádico em empresas de bens de capital. *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 26 No. 4, pp. 1174-1193. <https://doi.org/10.1108/BIJ-04-2017-0083>

O objetivo do artigo foi identificar os principais fatores de alinhamento diádico na cadeia de suprimentos de empresas de bens de capital. Para tanto, foi realizada uma pesquisa com 159 respondentes (53 empresas fornecedoras, 53 fabricantes e 53 clientes). Utilizando a modelagem de equações estruturais, foi identificado um efeito de mediação parcial dos recursos operacionais na relação entre a gestão da cadeia de suprimentos e o desempenho do negócio conforme é mostrado na Figura 2.



Notes: (a) Network alignment; (b) chain alignment. The highlighted constructs are related to the triad: supplier–manufacturer–client. *t*-statistics in parenthesis. Statistical significance are estimated using bootstrap in SmartPLS 2.0 with $n=53$ and 5.000 repetitions. * p -value < 0.05; ** p -value < 0.01

Figura 2: Modelo teórico-empírico
Fonte: Moori, Kimura e Sobreiro (2019)

Após, explorou-se a importância do conhecimento teórico e empírico gerado pelo modelo. Para tanto, foram realizadas simulações com o software ARENA/Rockwell, que por meio da construção de cenários, resultou em possibilidades seguras de conhecimento gerado pela academia a ser direcionado, com maior robustez ao mercado conforme é mostrado na Figura 3.

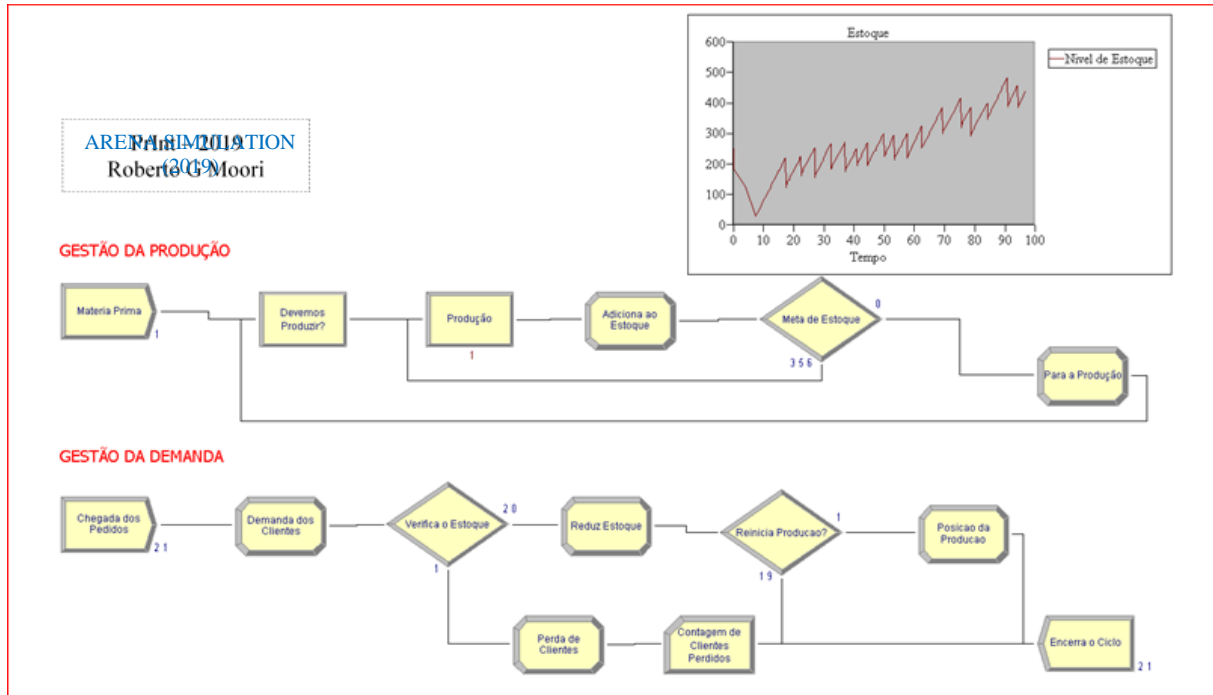


Figura 3: Simulação em Arena
Fonte: Moraes, Moori e Gardesani (2021)

Exemplo 2 – Aprendizado de Máquina / Redes Neurais – MLP

Baseado em trabalho de pesquisa: Moori, R. G.; NG, André. 2003. Uso do Modelo de Redes Neurais na Previsão do Faturamento da Indústria Automobilística. In: VI SIMPOI 2003 - Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais da Fundação Getúlio Vargas, 2003, São Paulo, SP. Anais do VI SIMPOI - 2003, p. 1-10.

O estudo exploratório comparou o desempenho dos modelos baseados em regressão linear múltipla e em redes neurais para prever o faturamento da indústria automobilística cujos resultados são mostrados na Figura 4.

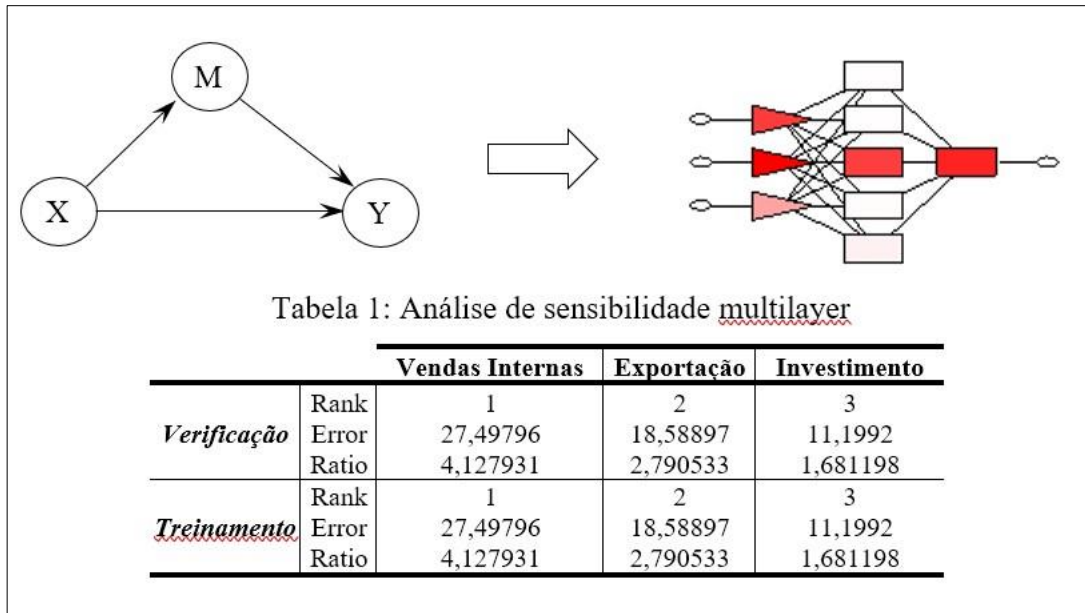


Figura 4: Diagrama em redes neurais para um modelo de mediação
Fonte: Moori e NG (2003)