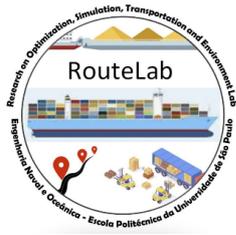


# Análise da Cabotagem no Brasil

## 3ª Parte



Gustavo Costa  
RouteLab USP  
Agosto 2024



## Introdução

Este trabalho é o terceiro de uma série do RouteLab sobre o transporte marítimo de Cabotagem no Brasil. O 1º White Paper abordou as diferenças entre o Longo Curso e a Cabotagem, concluindo que o modelo de competitividade da Cabotagem com o Modal Rodoviário tem implicações profundas para a Cabotagem. O 2º White Paper abordou o Modal Rodoviário e influências na estimativa do frete da Cabotagem e este 3º White Paper inicia as análises para modelagem da Cabotagem com uma abordagem teórica sobre modelagem e simulação.

### 1. Modelagem, Simulação e Otimização

A decisão de se desenvolver um estudo de simulação geralmente resulta de uma percepção de que a simulação pode ajudar a resolver um ou mais problemas associados ao projeto de um novo sistema ou à modificação de um sistema existente.

Shannon (1976) observa algumas condições em que a utilização de simulação é sugerida: (i) uma formulação matemática do problema não existe ou métodos analíticos de solução do modelo ainda não foram desenvolvidos; (ii) métodos analíticos são, teoricamente disponíveis, porém os procedimentos matemáticos são muito complexos; (iii) a observação do histórico da simulação do processo em um período é desejada para estimativa de certos parâmetros; (iv) simulação pode ser a única possibilidade devido à dificuldade de conduzir experimentos no ambiente real; (v) a compressão do tempo pode ser necessária para sistemas ou processo de longa duração.

O estudo de sistemas complexos também é abordada por MAHMOOD *et al.* (2019), para os quais a modelagem de sistemas complexos do mundo real é uma tarefa desafiadora, apresentando três atributos para caracterizar um sistema complexo: (i) um sistema complexo tem muitas partes (ou unidades, indivíduos ou subsistemas); (ii) existem muitos relacionamentos, interações, dependências ou competições entre essas partes; (iii) as partes produzem efeitos combinados (emergência) que não são facilmente previstos e podem muitas vezes ser novos (desejáveis) ou caóticos (indesejáveis).

Veremos que os processos da cabotagem possuem um alto grau de complexidade, podendo-se afirmar que se trata de um sistema complexo e que as condições apresentadas por SHANNON (1976) e MAHMOOD *et al.* (2019) são válidas, justificando a aplicação de simulação para estudá-lo. Não existe uma única definição de simulação e a Tabela 1 apresenta algumas definições por autor.

Autor	Simulação
SHANNON (1998)	É o processo de projetar um modelo de um sistema real e a realização de experimentos com esse modelo com o objetivo de compreender o comportamento do sistema e / ou avaliar várias estratégias de funcionamento do sistema.
BANKS (1999)	É a imitação da operação de um processo ou sistema do mundo real ao longo do tempo.
MONTEVECHI <i>et al.</i> (2007)	É a imitação de um sistema real, modelado por computador, para avaliação e melhoria de seu desempenho.
MÖLLER (2014)	Refere-se a métodos para estudar uma ampla variedade de modelos de sistemas do mundo real por avaliação numérica usando software de simulação projetado para imitar as operações e / ou características do sistema, ao longo do tempo.
WHITE E INGALLS (2015)	É experimentação com um modelo.
MAHMOOD <i>et al.</i> (2019)	É a implementação do modelo, em um ambiente executável, para imitar as operações do sistema real, ao longo de um período e para gerar uma história artificial do sistema, que é observada para tirar conclusões sobre isso.
WHITE E INGALLS (2020)	É uma abordagem particular para estudar modelos, que é fundamentalmente experimental ou experiencial.
MADACHY E HOUSTON (2020)	É a avaliação numérica de um modelo matemático que descreve um sistema de interesse.

Tabela 1 – Definição de simulação (Fonte: Autor)

SAVORY e MACKULAK (1994) argumentam que muitas pessoas se referem à construção de modelos de simulação como uma “Arte intuitiva” e que isso implica que a modelagem só pode ser feita por um grupo seleto de pessoas criativas altamente treinadas e, portanto, isola muitos de considerarem a simulação como uma ferramenta utilizável. Os autores também observam que a construção de modelos é

uma ciência que se aprende por meio de educação, treinamento, experiência, e que o ingrediente chave para o desenvolvimento de modelos é um conjunto apurado de habilidades de pensamento crítico adquiridas com a experiência.

O aprendizado pode ser desenvolvido analisando-se a possibilidade de aplicar um processo de desenvolvimento para a construção de um estudo de simulação. Vários autores apresentam os processos chaves para este desenvolvimento, sendo que cada um tem sua maneira preferida de explicar como abordá-los, que em geral são muito semelhantes, delineando um conjunto de processos que devem ser executados. As principais diferenças residem na nomenclatura dos processos e no número de subprocessos em que são divididos (ROBINSON, 2008).

SAGASTI E MITROFF (1973) são pioneiros ao examinarem o processo de pesquisa operacional (PO), do ponto de vista da Teoria Geral de Sistemas, visando identificar seus subsistemas componentes e os vínculos entre eles, considerando esses vínculos como fases do processo de PO. Os autores propuseram cinco componentes, que são: (1) a "realidade" da situação do problema; (2) o modelo conceitual da situação do problema; (3) o modelo científico do modelo conceitual; (4) a solução para o modelo científico; e (5) a implementação da solução.

Estes cinco pontos são apresentados em um diagrama, que pode ser considerado como a base dos diagramas desenvolvidos posteriormente por vários autores (Figura 1).

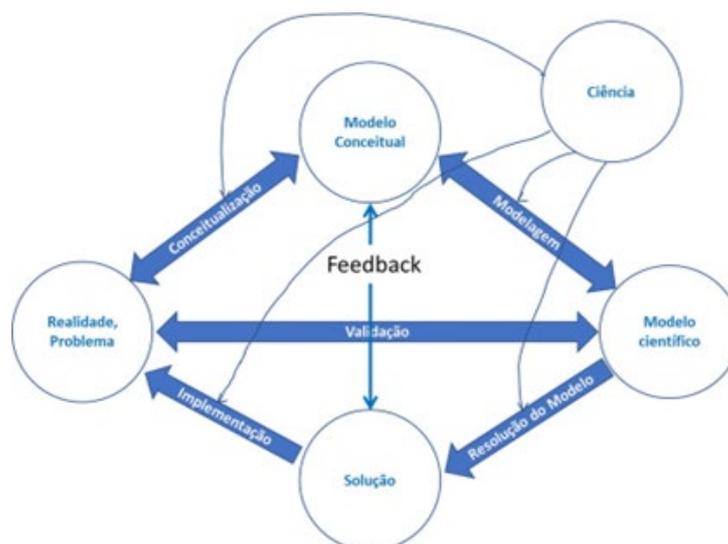


Figura 1 – Processo de Pesquisa Operacional (Fonte: Adaptado de SAGASTI e MITROFF, 1973).

Os autores partem de uma "realidade", ou situação-problema, que consiste em uma apreciação da maneira como as atividades de PO são realizadas, observando que ela depende do observador ou pesquisador, que tendem a ver "realidades" diferentes e reagir a elas de maneiras variadas. Daí a importância do processo de conceituação: por meio de uma avaliação dos modelos conceituais que diferentes pesquisadores desenvolvem, pode ser possível apreciar a "realidade" que eles veem. Ressaltando que a teoria geral dos sistemas traz uma perspectiva holística para o processo de PO, melhorando o modo pelo qual o analista visualiza uma situação de problema e desenvolve um modelo conceitual para ela.

MITROFF *et al.* (1974) dão continuidade aos conceitos desenvolvidos com a aplicação da Teoria Geral de Sistemas, que são estendidos para demonstrar como o diagrama ou sistema pode cobrir uma gama mais ampla de atividades científicas mais genéricas, permitindo representar uma ampla variedade de diversos estilos de fazer ciência e atitudes em relação à ciência. A Figura 1, embora apresente um processo que é aparentemente simples, é importante observar que um estudo de simulação pode ser iniciado em etapas diferentes, por exemplo: (a) Iniciando na Realidade ou Problema, que pode ser descrito como um estudo completo; (b) Iniciando no Modelo Conceitual, ou seja, já existe uma definição de qual o problema a ser estudado com o modelo de simulação; (c) Iniciando no Modelo Científico, ou seja, pode-se desenvolver diferentes tipos de programação de um modelo conceitual já definido.

Embora ainda não exista uma metodologia universalmente aceita para o desenvolvimento de estudos de modelagem e simulação, as ideias apresentadas por SAGASTI e MITROFF (1973) são a base para a proposição de um processo de estudo de simulação. Os trabalhos de SHANNON (1976), BALCI (1989), LAW e McCOMAS (1991), SEILA (1995), NORDGREN (1995), SHANNON (1998), BANKS (1999), LAW (2003), LAW (2005), GRIMM *et al.* (2014), LAW (2019) e STURROCK (2020) apresentam os processos e suas etapas para o desenvolvimento de um estudo de simulação. A Tabela 2 resume os processos e etapas desenvolvidos por autor, podendo-se observar que, embora os trabalhos apresentem mais etapas e outros menos, eles possuem muita similaridade com as etapas apresentadas por SAGASTI e MITROFF (1973). Para um detalhamento maior sobre processos de simulação e suas etapas, sugere-se o trabalho de MONTEVECHI *et al.* (2015).

Etapas	Shannon (1976)	Balci (1989)	Law e McComas (1991)	Seila (1995)	Nordgren (1995)	Shannon (1998)	Banks (1999)	Law (2003), Law (2005)	Grimm et al. (2014)	Law (2019)	Sturrock (2020)	Madachy e Houston (2020)
1	Definição do sistema (ou processo)	Formulação do problema	Formular o problema e planejar o estudo	Declaração do problema e objetivos	Revisão das instalações e processos	Definição do problema	Formular o Problema	Formular o problema	Formular o problema	Formular o problema	Definir os objetivos do estudo	Introdução
2	Formulação do modelo	Investigação de soluções técnicas	Coletar os dados e definir o modelo	Análise do sistema	Estabelecimento de metas e objetivos	Planejamento do projeto	Definir objetivos e plano geral do projeto	Coletar os dados e construir o modelo conceitual	Descrever o modelo	Coletar informações / dados e construir um documento de suposições	Entender o sistema	Conhecimento
3	Preparação dos dados	Investigação do sistema	Validação o modelo	Análise das distribuições de entrada	Projeto de experimentos	Definição do sistema	Conceituar o modelo	Validar o modelo conceitual	Avaliar os dados	Validar as suposições	Criar uma especificação funcional	Desenvolvimento do Modelo
4	Tradução do modelo	Formulação do modelo	Desenvolver um programa de computador	Construção do modelo	Diagrama de fluxo dos elementos do sistema	Formulação do modelo conceitual	Coletar de dados	Programar o modelo	Avaliar o modelo conceitual	Programar o modelo	Gerenciar o projeto	Descrição do modelo
5	Validação	Representação do modelo	Rodar simulações piloto	Projeto e codificação do programa de simulação	Coleta de dados e suposições do sistema	Projeto dos experimentos preliminares	Traduzir o modelo	Validar o modelo programado	Verificar a implementação	Validar o modelo programado	Coletar os dados de entrada	Verificação e Validação do modelo
6	Planejamento estratégico	Programação	Validação da simulação	Verificação do programa de simulação	Desenvolvimento do modelo em fases	Preparação dos dados de entrada	Verificar o modelo	Projetar, conduzir e analisar experimentos de simulação	Verificar a saída do modelo	Projetar, conduzir e analisar experimentos	Construir e verificar o modelo	Aplicação do modelo e transição
7	Planejamento tático	Desenvolver experimentos	Desenvolver experimentos	Desenvolvimento da análise dos dados de saída	Validação e verificação do modelo	Tradução do modelo	Validar o modelo	Documentar e apresentar os resultados da simulação	Analisar o modelo	Documentar e apresentar os resultados	Validar os resultados	Conclusões e recomendações
8	Experimentação	Experimentação	Executar simulação de produção	Validação do modelo	Executar experimentos	Verificação e Validação	Desenvolver experimentos		Corroborar a saída do modelo		Experimentar, analisar e apresentar os resultados	Apêndices
9	Interpretação	Redefinição	Analisar os dados de saída	Projeto dos experimentos	Análise da saída da simulação	Projeto do experimento final	Executar simulação de produção e análises					
10	Implementação	Apresentação dos resultados da simulação	Documentar, apresentar e implementar os resultados	Rodar simulações de produção		Experimentação	Verificar necessidade de executar mais simulações					
11	Documentação			Análise estatística dos dados		Análise e interpretação	Gerar Documentação e relatórios					
12				Implementação		Implementação e documentação	Implementar o modelo					
13				Documentação final								

Tabela 2 - Processos de Estudo de Simulação (Fonte: Autor).

Alguns autores agrupam as etapas. MONTEVECHI *et al.* (2007) apresenta três grupos: concepção, implementação e análise. Já OLIVEIRA *et al.* (2016) apresenta quatro grupos: conceitualização, modelagem, solução do modelo e implementação. Dentro de cada grupo proposto os autores incluem algumas das etapas apresentadas na Tabela 2. Os vários autores propõem etapas, agrupadas ou não, para representar o gerenciamento de um projeto de modelagem e simulação, o que remete à teoria de Gerenciamento de Projetos.

O Project Management Institute define Projeto como sendo um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A natureza temporária dos projetos indica um início e um fim definidos: o final é alcançado quando os objetivos do projeto foram alcançados ou quando o projeto é encerrado porque seus objetivos não serão ou não podem ser alcançados, ou quando a necessidade de o projeto não existir mais. Também define Gerenciamento de Projeto como sendo a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto para atender aos requisitos do projeto. O gerenciamento de projetos é realizado por meio da aplicação e integração adequadas de 42 processos de gerenciamento de projetos agrupados logicamente, em 5 grupos de processos, que são: Inicialização, Planejamento, Execução, Monitoramento e Controle, e Fechamento.

Um dos conceitos básicos do Gerenciamento de Projetos é o ciclo de vida do projeto decorrente de sua perenidade por ter um início e um fim bem definidos. O ciclo de vida de um projeto é uma coleção de fases do projeto geralmente sequenciais e às vezes sobrepostas, cujo nome e número são determinados pelas necessidades de gerenciamento e controle da organização envolvida, a natureza do próprio projeto e sua área de aplicação, podendo ser documentado com uma metodologia e fornecendo a estrutura básica para o gerenciamento do projeto, independentemente do trabalho específico envolvido (PMBOK® GUIDE 2017).

A Figura 2 apresenta o ciclo de vida para um projeto de simulação baseado nos conceitos de gerenciamento de projetos. O ciclo é dividido em cinco fases: Início do Projeto, Organização e Preparação, Modelagem Conceitual, Modelo de Simulação e Fechamento do Projeto. O desenvolvimento de cada fase é monitorado e validado para seguir para a próxima fase, voltando à fase anterior se necessário para correções e/ou ajustes. A passagem de uma fase a outra possui entregas, sendo elas:

Escopo, Especificação, Modelo Conceitual, Modelo de Simulação e Implementação. O detalhamento de cada fase é feito a seguir.

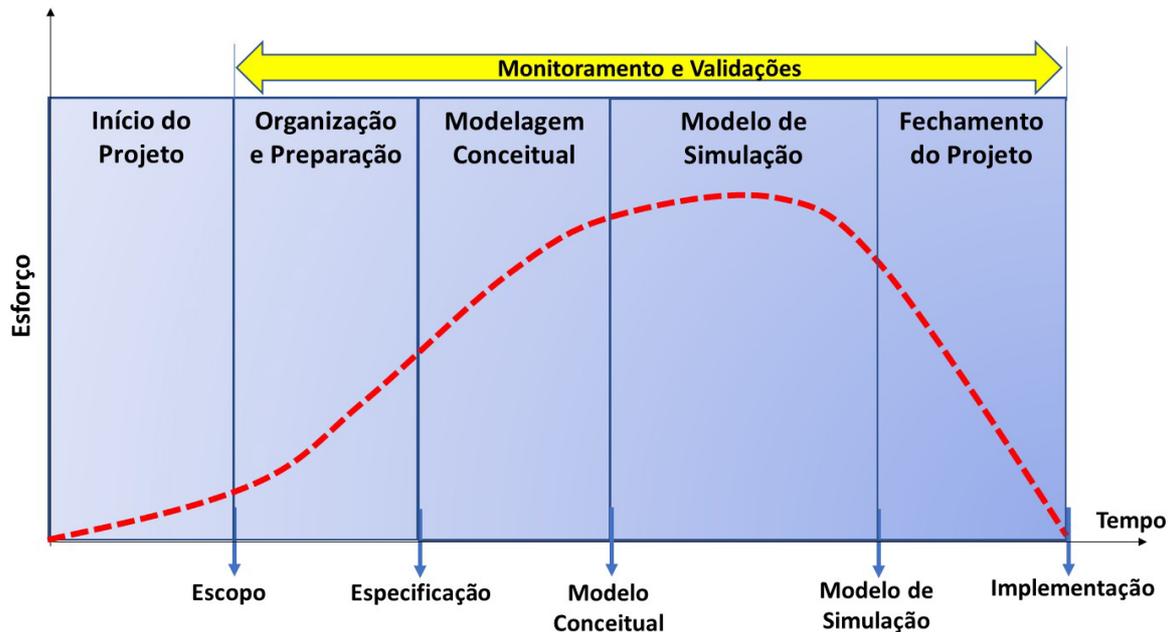


Figura 2 - Ciclo de Vida de Projeto de Simulação (adaptado de PMBOK, 2017).

- a) **Início do Projeto:** Nesta fase inicial são definidas as Partes Interessadas no projeto (*Stakeholders*), que acompanharão seu desenvolvimento, e o Grupo de Projeto composto por Especialistas (*Domain Experts*). O problema a ser estudado é discutido e os objetivos gerais do projeto são definidos, bem como os prazos e custo do projeto. O objetivo desta fase é a definição de um escopo para a modelagem do problema por parte dos Especialistas e Partes Interessadas.
- b) **Organização e Preparação:** A partir do escopo definido na fase anterior, organiza-se o desenvolvimento do projeto com a divisão de tarefas e responsabilidades entre os Especialistas. O Grupo de Projeto desenvolve, a partir do Escopo, uma especificação funcional do projeto com entradas e saídas previstas para o modelo. Nesta fase também é feito um levantamento das bases de dados disponíveis e de possíveis dados a serem produzidos, bem como o levantamento dos recursos (hardware e softwares, por exemplo) e define-se o

cronograma das próximas fases do projeto. Os resultados desta fase devem ser aprovados pelas Partes Interessadas para passar a fase seguinte.

- c) **Modelagem Conceitual:** Esta fase pode ser considerada como a mais importante de um projeto de simulação uma vez que se deve acordar sobre o nível de detalhe do modelo, simplificações e premissas para representar o problema estudado. Escolhas errôneas nesta fase implica um modelo de simulação que não atenderá os objetivos do projeto. O desenvolvimento do modelo conceitual pelo Grupo de Projeto deve ser iterativo até que atenda aos requisitos de validação, credibilidade, viabilidade e utilidade (ROBINSON, 2015). LAW (2019) define validação como o processo de determinar se um modelo de simulação é uma representação precisa do sistema, para os objetivos particulares do estudo. Por sua vez, a credibilidade ocorre quando as Partes Interessadas aceitam o modelo como correto (LAW, 2019). Uma vez atendidos os requisitos, o modelo conceitual deve ser documentado e aprovado pelas Partes Interessadas.
- d) **Modelo de Simulação:** Nesta fase deve-se selecionar o método de modelagem (Dinâmica de Sistemas, Eventos Discretos, Baseado em Agentes ou Híbrido) considerando o modelo conceitual. Escolhido o método, deve-se selecionar a ferramenta de desenvolvimento, ou seja, o software a ser utilizado para a construção do modelo de simulação. O modelo construído deve ser verificado e validado. Estes processos são os mais importantes em um projeto de simulação e visam garantir que: a programação do modelo e a representação do modelo conceitual estão corretas, e o comportamento de saída do modelo tem precisão suficiente para sua finalidade (SARGENT, 2007). Uma vez atendidos os requisitos de verificação e validação, o modelo de simulação deve ser documentado e aprovado pelas Partes Interessadas.
- e) **Fechamento do Projeto:** O projeto de simulação é considerado finalizado quando o modelo de simulação está verificado e validado pelas Partes Interessadas na fase anterior e está totalmente documentado. A implementação do modelo é a utilização do modelo de simulação para analisar diferentes cenários visando estudar o problema objeto do estudo de simulação.

## 2. Modelagem, Simulação e Otimização para Alunos de Graduação

Uma referência para aprender modelagem e simulação é o livro “The Big Book of Simulation Modeling” que faz uso do software AnyLogic (ANYLOGIC, 2024). O livro é baseado nas linguagens de modelagem suportadas pelo AnyLogic, a ferramenta de software que permite que um modelador utilize todos os três métodos e os combine em um único modelo. Adequado tanto para novos usuários quanto para profissionais, ele fornece guias práticos passo a passo com base em uma variedade de áreas de aplicação. Os autores apresentam a modelagem e simulação com uma abordagem prática, que são resumidas nas Figuras 3 a 6.



Figura 3 – Modelagem 1 (Fonte: The Big Book of Simulation Modeling).

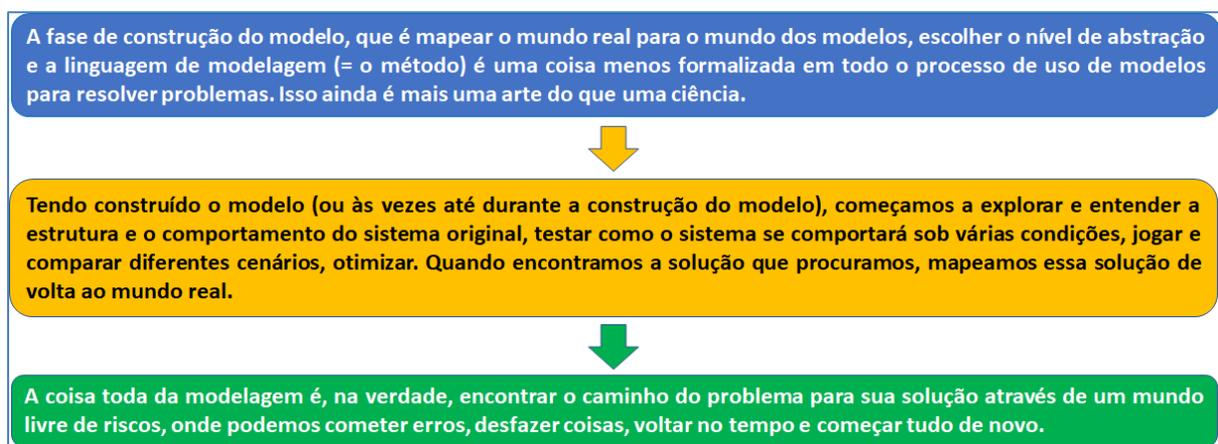


Figura 4 – Modelagem 2 (Fonte: The Big Book of Simulation Modeling).

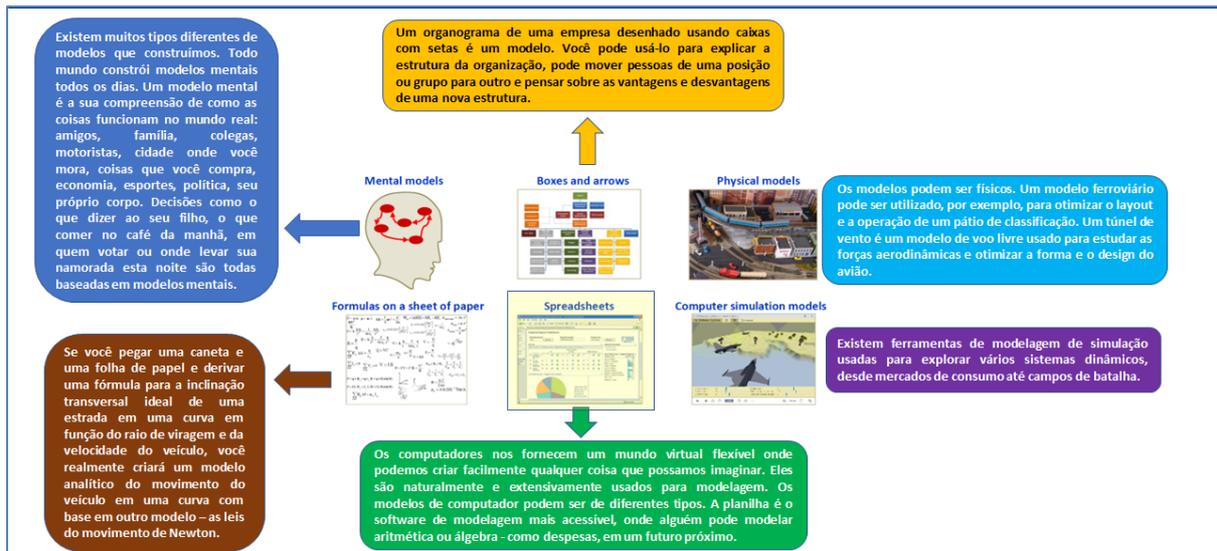


Figura 5 – Modelagem 3 (Fonte: The Big Book of Simulation Modeling).

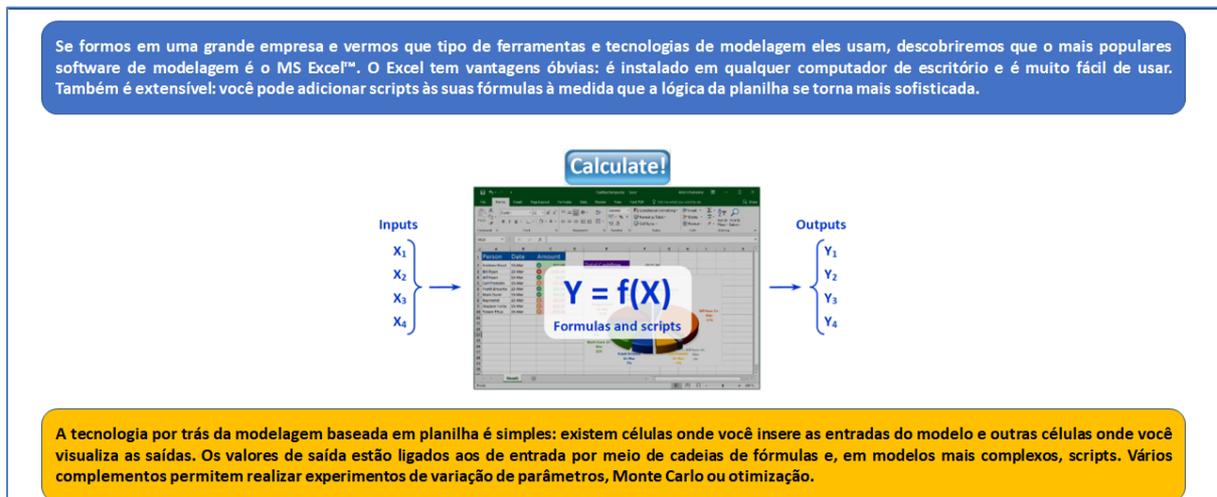


Figura 6 – Modelagem 4 (Fonte: The Big Book of Simulation Modeling).

O software Anylogic possui uma versão sem custo, utilizada para avaliação e ensino (Personal Learning Edition – PLE). Ela pode ser baixada utilizando o link <https://www.anylogic.com/downloads/personal-learning-edition-download/>.

Por sua vez, a abordagem teórica desenvolvida no Capítulo 1, pode ser apresentada utilizando as Figuras 7 a 11.

O Estudo de Simulação envolve a criação e análise de modelos computacionais que imitam o comportamento de um sistema real. Esses modelos são usados para estudar o desempenho do sistema, tomar decisões e identificar melhorias.



Figura 7 – Estudo de Simulação 1 (Fonte: Notas de Aulas do Autor).

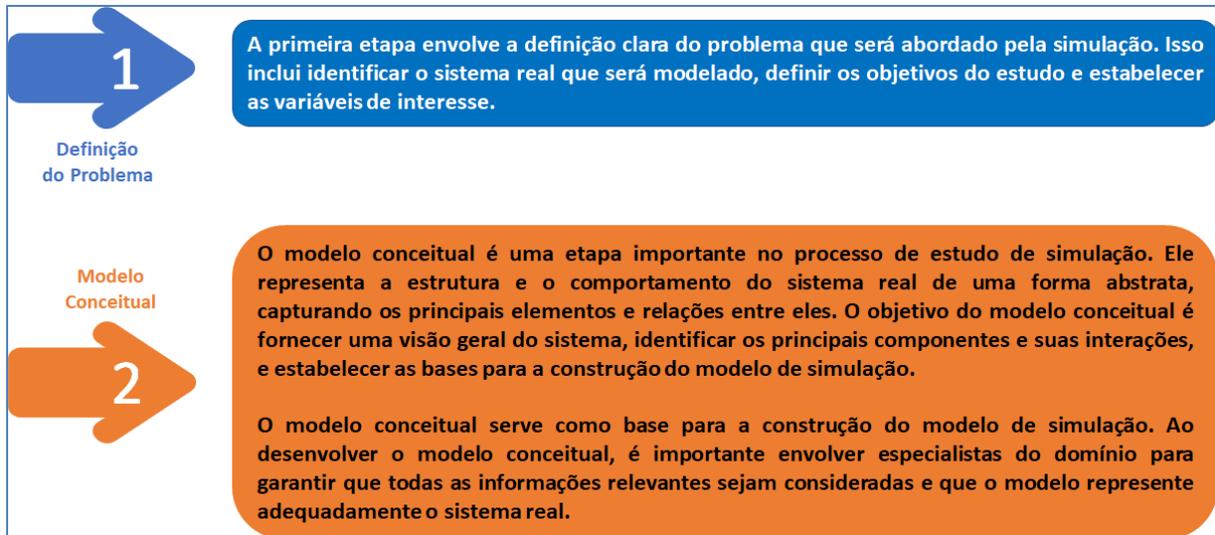


Figura 8 – Estudo de Simulação 2 (Fonte: Notas de Aulas do Autor).

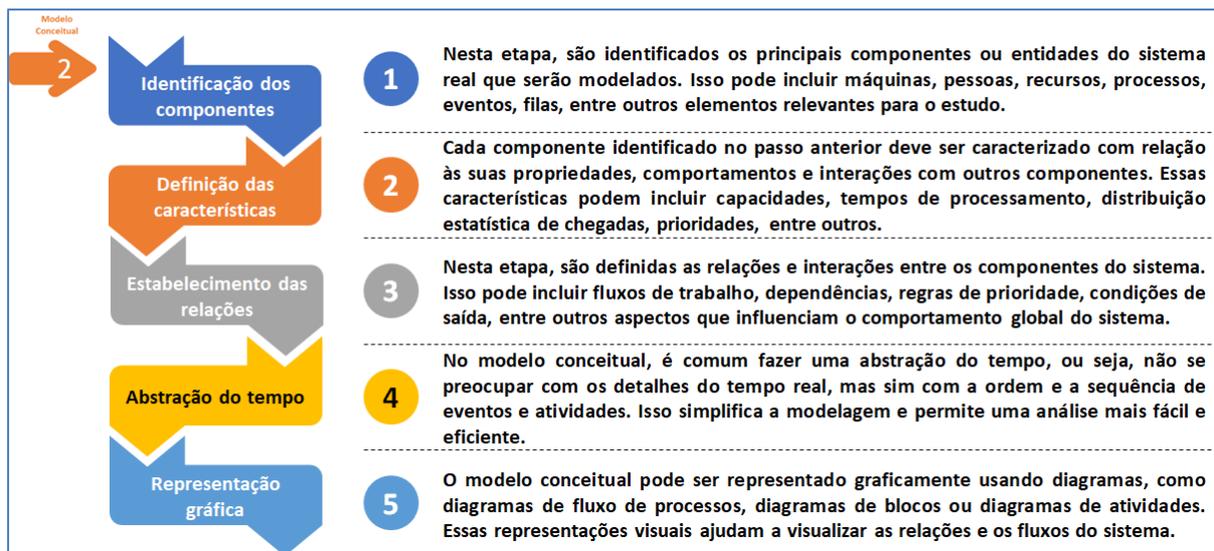


Figura 9 – Estudo de Simulação 3 (Fonte: Notas de Aulas do Autor).

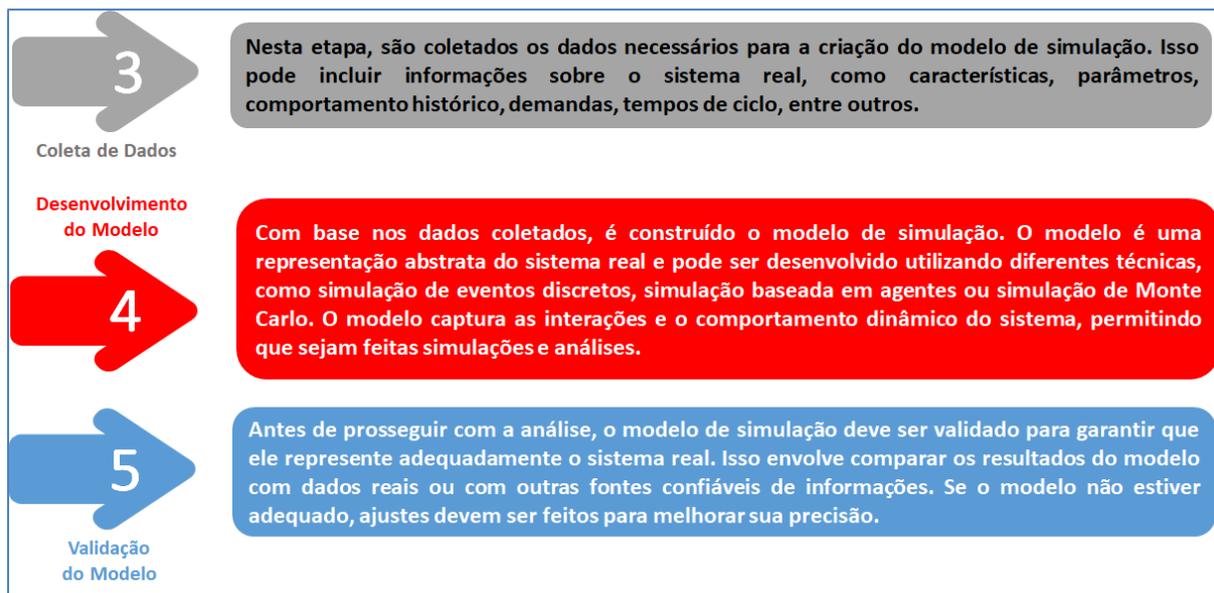


Figura 10 – Estudo de Simulação 4 (Fonte: Notas de Aulas do Autor).

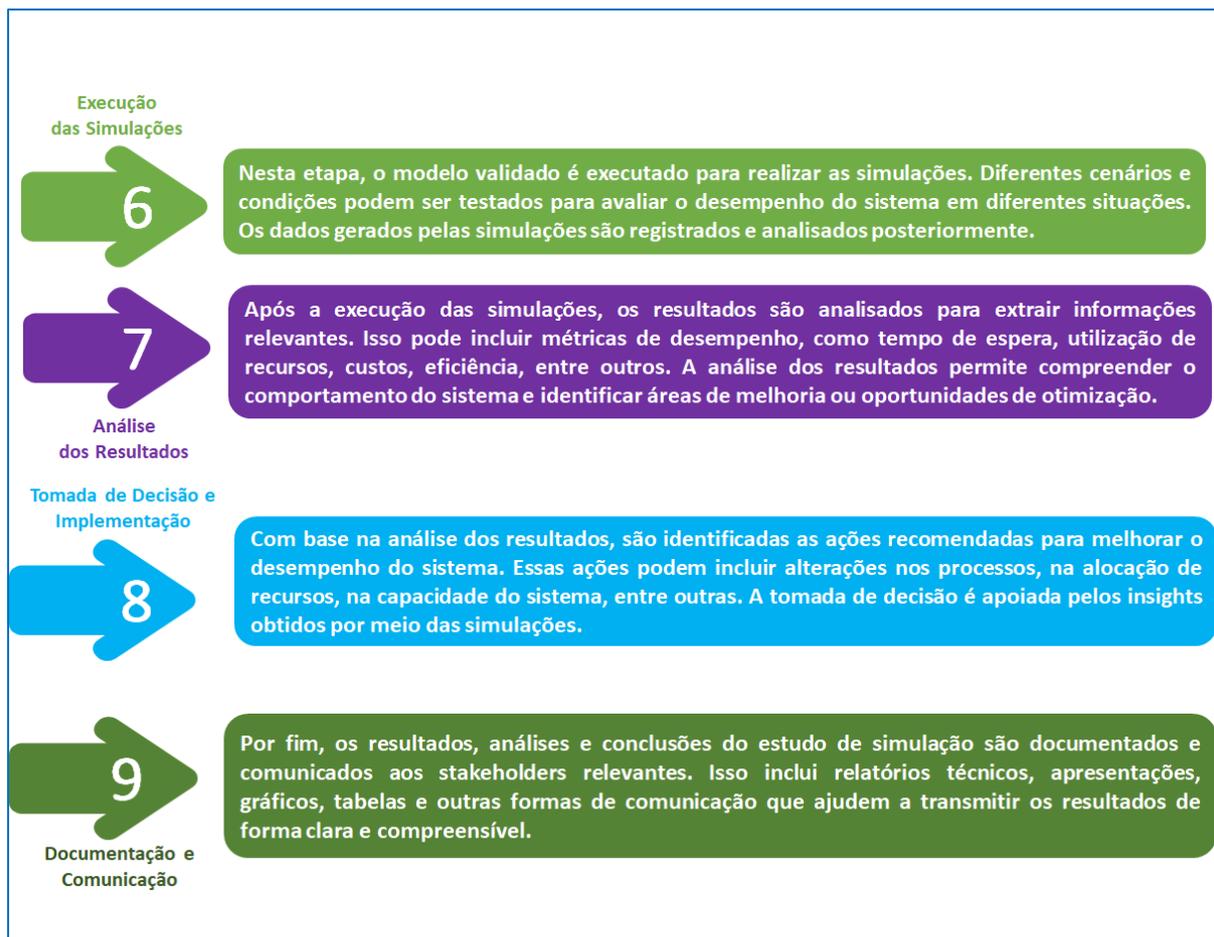


Figura 11 – Estudo de Simulação 5 (Fonte: Notas de Aulas do Autor).

### 3. Modelagem da Cabotagem

A Cabotagem é um serviço de transporte multimodal Porta a Porta, possuindo várias interfaces para movimentação dos contêineres (Figura 12). Esta característica demanda processos baseados em uma Cadeia de Valor para a Cabotagem containerizada.

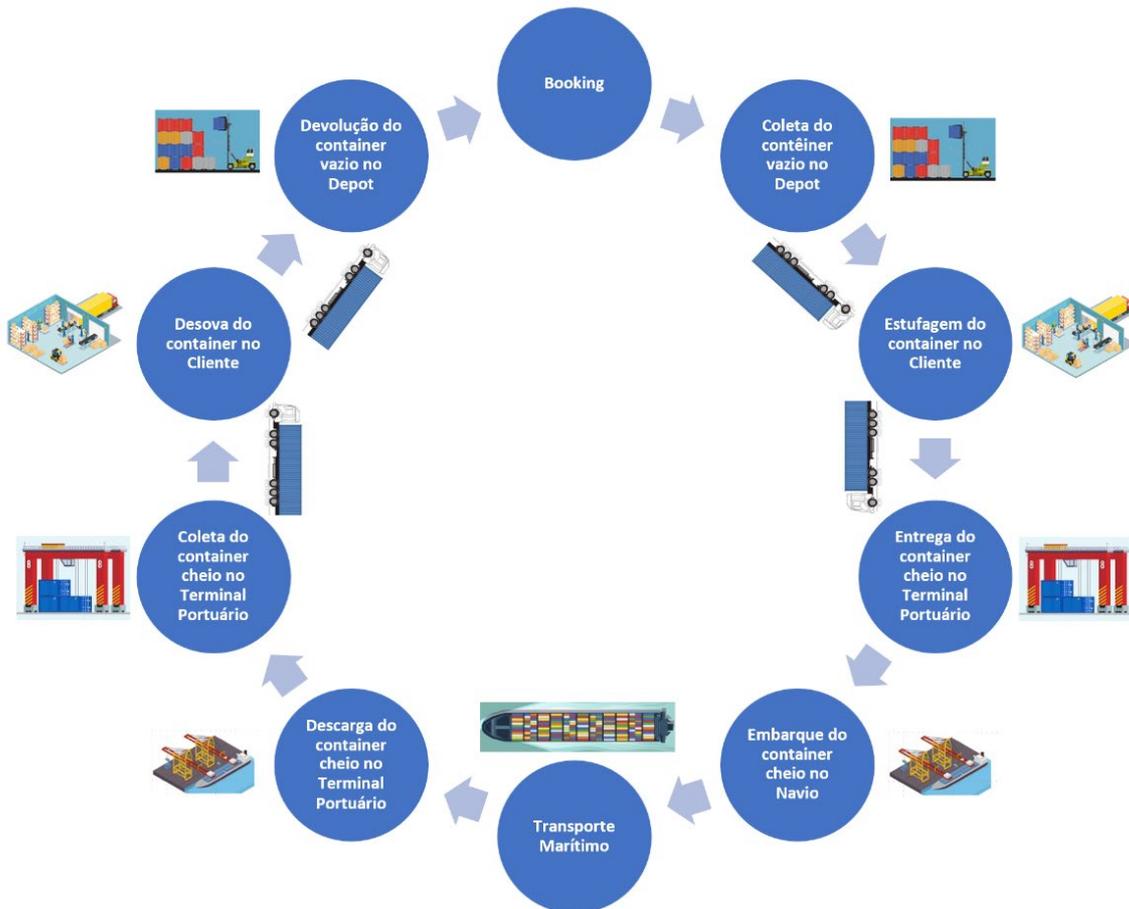


Figura 12 - Interfaces de Movimentação e Transportes (Fonte: Autor).

#### 3.1. Proposta de Cadeia de Valor para a Cabotagem

Uma Cadeia de Valor para a Cabotagem pode ser definida como o conjunto de processos realizados pela empresa a fim de transportar uma carga desde a origem até seu destino, atendendo todos os requisitos do Cliente. Nesse sentido, a Cadeia de Valor inclui uma série de processos, recursos e objetivos que se relacionam com uns aos outros e geram “valor” para a empresa. De acordo com PORTER (1985) esse valor é a quantidade que os compradores estão dispostos para pagar pelo que a empresa fornece.

Considerando todos os processos que de alguma forma estão envolvidos na criação e transformação de valor e podem ser classificadas em dois grupos: Primários e de Suporte.

Os Processos Primários são aqueles diretamente envolvidos no processo de transporte da empresa, ou seja, aqueles que fazem parte fisicamente do processo de venda, transporte e pós-venda ao Cliente. As principais áreas que estão incluídas nestes processos são:

- a) Marketing;
- b) Vendas e Customer Service;
- c) Execução do Booking na Origem (Booking, Transporte e Value Added Service - VAS);
- d) Documentação;
- e) Operações Portuárias;
- f) Transporte Marítimo;
- g) Execução do Booking no Destino (Transporte e VAS);
- h) Logística de Contêineres Vazios.

Os Processos de Suporte são os que colaboram e apoiam os Processos Primários. Entre eles estão:

- a) Gestão da Infraestrutura da empresa: processos gerenciais da empresa, inclui a gestão das áreas administrativa, legal, financeira e contábil, fazendo o planejamento e controle de todos os Processos Primários e de Suporte;
- b) Gestão de Recursos Humanos: envolve processos como recrutar e selecionar novos colaboradores e articular programas de capacitação, treinamento e desenvolvimento, incluindo as Tripulações;
- c) Gestão da Tecnologia da Informação (TI): foca em processos que apoiam os Processos Primários com intervenções tecnológicas, como automação de processos e o emprego de ferramentas digitais;

d) Gestão de Compras (Procurement): processos que suprem as necessidades de recursos que a empresa necessita para se manter em operação.

A Figura 13 apresenta a Cadeia de Valor proposta para a Cabotagem de acordo com as definições dadas aos Processos Primários e de Suporte. Notar que em sua versão moderna, estão presentes os Processos de Gestão: Planejamento e Gestão Estratégica e Gestão de Processos, dando mais importância a estes dois na geração de valor da empresa.

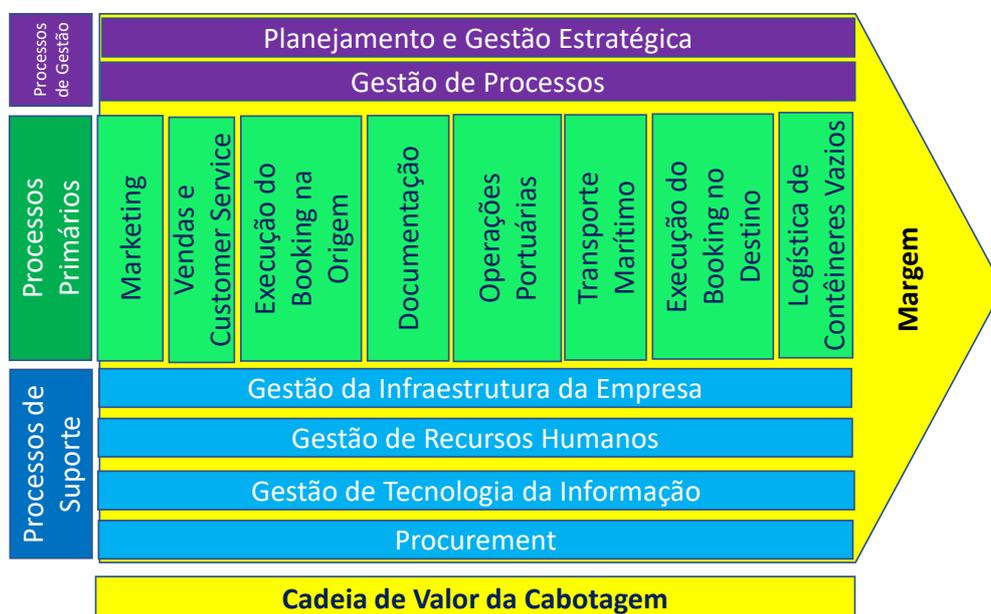


Figura 13 - Cadeia de Valor da Cabotagem (Fonte: Autor baseado em Poter (1985)).

A Margem representa a diferença entre o valor percebido pelo Cliente e o custo total do produto Cabotagem. Assim, a margem está diretamente ligada à lucratividade da empresa. A Cadeia de Valor é uma visão da empresa de acordo com seus processos, sendo uma ferramenta de análise, revelando todos os processos da organização que geram valor aos Clientes e indica os elos entre eles. Ao fortalecer as ligações entre esses processos é possível criar uma vantagem competitiva que favorece o crescimento da empresa e conseqüentemente de suas margens.

Nos próximos trabalhos, os processos da Cabotagem serão apresentados e discutidos.

## REFERÊNCIAS

- ANYLOGIC. (2024). The Big Book of Simulation Modeling. Disponível em: <https://www.anylogic.com/resources/books/big-book-of-simulation-modeling/>.
- BALCI, O. (1989). How To Assess the Acceptability and Credibility of Simulation Results. 1989 Winter Simulation Conference Proceedings. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/718663/>.
- BANKS, J. Introduction to simulation (1999). WSC'99. 1999 Winter Simulation Conference Proceedings. "Simulation - A Bridge to the Future" (Cat. No.99CH37038). Anais IEEE. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/823046/>.
- GRIMM, V. *et al.* (2014). Towards better modelling and decision support: Documenting model development, testing, and analysis using TRACE. Ecological Modelling, v. 280, p. 129–139. Disponível em: <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=a6879db2cb4389d8a1963b59120a90870e3e8fb8>.
- LAW, A. M. (2003). How to conduct a successful simulation study. Proceedings of the 2003 International Conference on Machine Learning and Cybernetics. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1261409/>.
- LAW, A. M. (2005). How to Build Valid and Credible Simulation Models. Proceedings of the Winter Simulation Conference. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/1574236/>.
- LAW, A. M. (2019). How to build valid and credible simulation models. Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference (WSC). Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/5429312/>.
- LAW, A. M.; MCCOMAS, M. G. (1981). Secrets of successful simulation studies. 1991 Winter Simulation Conference Proceedings. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/185587/>.
- MADACHY, R. J.; HOUSTON, D. X. (2020). What every engineer should know about modeling and simulation. [s.l.] Taylor & Francis Group, 2020.
- MAHMOOD, I. *et al.* (2019). An Integrated Modeling, Simulation and Analysis Framework for Engineering Complex Systems. IEEE Access, v. 7, p. 67497–67514. Disponível em <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/6514899/08718666.pdf>.

- MITROFF, I. I. *et al.* (1974). On Managing Science in the Systems Age: Two Schemas for the Study of Science as a Whole Systems Phenomenon. *Interfaces*, v. 4, n. 3, p. 46–58. Disponível em <https://pubsonline.informs.org/doi/abs/10.1287/inte.4.3.46>.
- MONTEVECHI, J. A. B. *et al.* (2007). Application of design of experiments on the simulation of a process in automotive industry. 2007 Winter Simulation Conference. *Anais IEEE*. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/4419779/>.
- MONTEVECHI, J. A. B. *et al.* (2015). Identification of the main methods used in simulation projects. 2015 Winter Simulation Conference (WSC). Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7408507/>.
- MÖLLER, D. P. F. (2014). *Introduction to Transportation Analysis, Modeling and Simulation*. London: Springer London, 2014. Disponível em <http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/7707/1/Introduction%20to%20Transportation%20Analysis%2C%20Modeling%20and%20Simulation.pdf>.
- NORDGREN, W. B. (1995). Steps for proper simulation project management. *Winter Simulation Conference Proceedings*. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/478707/>.
- OLIVEIRA, J. B.; LIMA, R. S.; MONTEVECHI, J. A. B. (2016). Perspectives and relationships in Supply Chain Simulation: A systematic literature review. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 62, p. 166–191. Disponível em <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1569190X16000216>.
- PMBOK (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. Project Management Institute. Disponível em [https://www.academia.edu/download/89195514/a\\_guide\\_to\\_the\\_project\\_management\\_body\\_of\\_knowledge\\_6e.pdf](https://www.academia.edu/download/89195514/a_guide_to_the_project_management_body_of_knowledge_6e.pdf).
- PORTER, M. E. (1985). *Competitive Advantage*. New York: The Free Press.
- ROBINSON, S. (2008). Conceptual modelling for simulation Part II: a framework for conceptual modelling. *Journal of the Operational Research Society*, v. 59, n. 3, p. 291–304. Disponível em <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1057/palgrave.jors.2602369>.
- SAGASTI, F. R.; MITROFF, I. I. (1973). Operations research from the viewpoint of general systems theory. *Omega*, v. 1, n. 6, p. 695–709. Disponível em [https://www.academia.edu/download/54371304/MODELO\\_DE\\_DIAMANTE.pdf](https://www.academia.edu/download/54371304/MODELO_DE_DIAMANTE.pdf).

- SARGENT, R. G. (2007). Verification and validation of simulation models. 2007 Winter Simulation Conference. Disponível em: <https://www.informs-sim.org/wsc11papers/016.pdf>.
- SAVORY, P.; MACKULAK, G. (1994), The Science of Simulation Modeling. International Conference on Simulation in Engineering Education (ICSEE '94). Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1028&context=imsefacpub>.
- SEILA, A. F. (1995). Introduction to simulation. Proceedings of the 27th conference on Winter simulation - WSC '95. Disponível em: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=224401.224407>.
- SHANNON, R. E. (1976). Simulation modeling and methodology. WSC'76. 1976 Winter Simulation Conference Proceedings. Anais. Disponível em: [https://informs-sim.org/wsc76papers/1976\\_0003.pdf](https://informs-sim.org/wsc76papers/1976_0003.pdf).
- SHANNON, R. E. (1998). Introduction to the art and science of simulation. 1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No.98CH36274). Anais IEEE. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/744892/>.
- STURROCK, D. T. (2020). Tested Success Tips for Simulation Project Excellence. 2020 Winter Simulation Conference (WSC). Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9384109/>.
- WHITE, K. P.; INGALLS, R. G. (2015). Introduction to simulation. 2015 Winter Simulation Conference (WSC). Anais IEEE. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7408292/>.