UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO TECNOLÓGICO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DANIEL FARINELLI LEITE

O IMPACTO DA NOVA LEGISLAÇÃO (LEI Nº 12.815/13) NO CRESCIMENTO DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE ABORDANDO A DINÂMICA DE SISTEMAS

VITÓRIA - ES
2019

DANIEL FARINELLI LEITE

O IMPACTO DA NOVA LEGISLAÇÃO (LEI Nº 12.815/13) NO CRESCIMENTO DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE ABORDANDO A DINÂMICA DE SISTEMAS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil – Área de Concentração em Transportes.

Orientador:
Prof. Dr. Gregório Coelho de Morais Neto

Co-Orientador:
Profª. Drª. Marta Monteiro da Costa Cruz

VITÓRIA - ES
2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

L533i

Leite, Daniel Farinelli, 1978-
O Impacto da nova legislação (Lei nº 12.815/13) no crescimento do setor portuário brasileiro: uma análise abordando a dinâmica de sistemas / Daniel Farinelli Leite. - 2019.
55 f. : il.

Orientador: Gregório Coelho de Morais Neto.
Coorientadora: Marta Monteiro da Costa Cruz.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Tecnológico.

1. Sistemas Dinâmicos Diferenciais. 2. Portos. 3. Portos - Legislação. I. de Morais Neto, Gregório Coelho. II. Cruz, Marta Monteiro da Costa. III. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Tecnológico. IV. Título.

CDU: 624

O IMPACTO DA NOVA LEGISLAÇÃO (LEI 12.815/13) NO CRESCIMENTO DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO: UMA ANÁLISE ABORDANDO A DINÂMICA DE SISTEMAS

DANIEL FARINELLI LEITE

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.
Aprovada em 25/03/2019 por:

Gregório Coelho de Morais Neto – Prof.
Doutor em Engenharia de Transportes
Departamento de Engenharia de Produção – UFES
Orientador

Marta Monteiro da Costa Cruz – Profª.
Doutora em Engenharia de Transportes
Departamento de Engenharia de Produção – UFES
Coorientadora

Patrícia Alcântara Cardoso – Profª.
Doutora em Engenharia de Produção
Departamento de Engenharia de Produção – UFES
Examinadora Interna

Thalmo de Paiva Coelho Jr. – Prof.
Doutor em Engenharia de Produção
Instituto Federal do Espírito Santo – IFES
Examinador Externo

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Vitória – ES, março de 2019.

Agradeço primeiramente a Deus, porque sem ele em minha vida nada seria possível, aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado, aos meus filhos Daniel e Maria Vitória que sempre foram a força motora de todas as minhas conquistas e a minha esposa que também esteve ao meu lado me incentivando e me dando forças em todos os momentos.

RESUMO

O novo marco regulatório do setor portuário brasileiro (Lei n. 12.815/13) trouxe uma nova forma de gestão administrativa com o objetivo de aumentar a eficiência portuária por meio de custos acessíveis e do aumento da concorrência entre portos e terminais. O objetivo desta pesquisa foi realizar uma abordagem quantitativa em um modelo conceitual sistêmico para analisar se esse novo marco regulatório trouxe ou está trazendo um crescimento para o setor. Para tal análise, foi utilizada a técnica de Dinâmica de Sistemas por meio de uma abordagem de simulação computacional para gerar dados analíticos e compará-los com os resultados reais do setor, além de projetar possíveis cenários. Para atingir esses objetivos foram analisados dados de 200 portos brasileiros, sendo 171 portos privados e 29 portos públicos, no período de 2014 a 2017. O modelo computacional foi validado utilizando a técnica de comparação dos dados projetados pelo modelo computacional com os dados reais do setor, que incorreu em um erro médio de |-0,63%|. Para a análise foram projetados três cenários: otimista, conservador e pessimista, com crescimentos médios anuais de 4%, 2,2% e 0,5%, respectivamente. O principal indicador de crescimento do setor portuário brasileiro foi a movimentação total de cargas dos portos nacionais. Após a análise de cenários, concluiu-se que a promulgação do novo marco regulatório do setor portuário brasileiro, trouxe e vai continuar trazendo um crescimento para o setor, atingindo assim o principal objetivo do estudo.

Palavras-Chaves: Análise Sistêmica; Dinâmica de Sistemas, Mapa Sistêmico; Legislação Portuária Brasileira, Lei n. 12.815 (2013), *iThink Architecture,* Mudança de Legislação e Regulação Portuária.

ABSTRACT

The new regulatory framework for the Brazilian port sector (Law 12.815 / 13) brought a new form of administrative management with the objective of increasing port efficiency through affordable costs and increased competition between ports and terminals. The objective of this research was to carry out a quantitative approach in a systemic conceptual model to analyze whether this new regulatory framework has brought or is bringing growth to the sector. For this analysis, the Dynamics of Systems technique was used by means of a computational simulation approach to generate analytical data and compare them with the actual results of the sector, in addition to designing possible scenarios. To achieve these objectives, data were analyzed from 200 Brazilian ports, of which 171 were private ports and 29 public ports, from 2014 to 2017. The computational model was validated using the technique of comparing the data projected by the computational model with the actual data of the sector, which incurred an average error of | -0.63% |. For the analysis, three scenarios were projected: optimistic, conservative and pessimistic, with average annual growth of 4%, 2.2% and 0.5%, respectively. The main indicator of growth of the Brazilian port sector was the total cargo movement of the national ports. After the scenario analysis, it was concluded that the promulgation of the new regulatory framework of the Brazilian port sector, has brought and will continue to bring an exponential growth to the sector, thus reaching the main objective of the study.

Key words: *Systemic Analysis; System Dynamics, Systemic Map; Brazilian Port Legislation, Law n. 12,815 (2013), iThink Architecture, Change of Legislation and Port Regulation.*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação Sistêmica do Tipo de Relacionamento entre duas Variáveis.....23
Figura 2 – Representação Sistêmica de Enlace Reforçador.....24
Figura 3 – Representação Sistêmica de Enlace Balanceador 24
Figura 4 – Representação do Estoque e Fluxo com Equação Integral.....26
Figura 5 – Representação do Diagrama de Estoque e Fluxo.....27
Figura 6 – Interface Gráfica – Software iThink Architecture da Isse Systems.**Erro! Indicador não definido.**
Figura 7 – Visãosão Geral do Mapa Sistêmico dos Impactos da Nova Legislação Portuária Brasileira.....32
Figura 8 – Modelagem Computacional – Diagrama do Cenário Real Projetado. 36

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Validação do Modelo Computacional.....44
Gráfico 2 – Projeção da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038. 47
Gráfico 3 – Taxa Média Anual de Crescimento da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038 47
Gráfico 4 – Comparação da Influência da Lei 12.815/13 (Nova Lei de Portos) nas Projeções da Movimentação Total de Cargas dos Portos Brasileiros no período de 2018-2038, em Toneladas.....48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Notações da Linguagem Sistêmica 24
Quadro 2 – Síntese dos Estudos 28
Quadro 3 – Quadro Comparativo entre as Variáveis utilizadas no Mapa Sistêmico e as Variáveis utilizadas na Análise Sistêmica atual e seus Indicadores .33
Quadro 4 – Quadro de Variáveis Utilizadas na Modelagem e Simulação Computacional 34
Quadro 5 – Equações do Modelo Computacional 38
Quadro 6 – Validação do Modelo de Simulação 44
Quadro 7 – Projeção do Crescimento da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038 46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANTAQ - Agência Nacional de Transportes Aquáticos

ASD - Distribuição Alternativa de Serviços

BP - Balanço Patrimonial

DRE - Demonstrações de Resultado do Exercício

MIT - *Massachusetts Institute of Technology*

MTPA - Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil

PPN - Planejamento Portuário Nacional

PDZ - Plano de Desenvolvimento e Zoneamento

PGO - Plano Geral de Outorgas Portuárias

PNLP - Plano Nacional de Logística Portuária

SNP - Secretaria Nacional de Portos

SWOT - *Strenghts, Weaknesses, Opportunities e Threats*

TUP - Terminais de Uso Privativo

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 13
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO 13
1.2 JUSTIFICATIVA 14
1.3 OBJETIVOS 15
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO 15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 17
2.1 LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA BRASILEIRA 17
2.2 IMPACTOS DA NOVA LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA BRASILEIRA 18
2.3 MUDANÇAS DA LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA DE OUTROS PAÍSES 20
2.4 ABORDAGEM SISTÊMICA 22
3. O MODELO SISTÊMICO PORTUÁRIO 31
3.1 MAPA SISTÊMICO 31
3.2 MODELAGEM COMPUTACIONAL 36
3.3 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS 38
3.4 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO SISTEMA 42
4. VALIDAÇÃO E ANÁLISE DE CENÁRIOS 44
4.1 VALIDAÇÃO DO MODELO 44
4.2 ANÁLISE DE CENÁRIOS 45
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS 50
5.1 CONCLUSÕES 50
5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS 51
6. REFERÊNCIAS 52

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Desde os anos 80, tem ocorrido no mundo uma revolução quanto ao papel dos portos marítimos tradicionais, sendo os programas de devolução uma nova tendência em relação à Distribuição Alternativa de Serviços (ASD), tornando esse pensamento um dos principais impulsionadores do movimento para a "privatização" portuária em muitos países (Brooks, 2004; Brooks e Cullinane, 2007). Os programas de devolução tratam de desconcentração do Governo, transferindo funções e responsabilidades a outra entidade pela entrega de programas e serviços, sendo estes, resultantes das mudanças nos modelos de governança que vêm ocorrendo nas últimas décadas (Brooks, 2004).

Atualmente, a competição portuária evoluiu para uma luta competitiva entre cadeias logísticas, ou seja, portos de sucesso pertencem a cadeias de sucesso. Assim, a competitividade dos portos individuais passa a não só depender de seus próprios pontos fortes, mas também dos outros *links* da cadeia (Musso, Piccioni e Van de Voorde, 2013).

Para Rodríguez-Álvarez e Tovar (2012), a crescente concorrência no Setor se deve aos avanços tecnológicos que ocorreram no transporte marítimo nas últimas décadas, à intermodalidade que intensificou a concorrência entre os portos, obrigando-os a se envolverem mais nos sistemas de distribuição física e logística, que gerou como consequência, a organização e a regulamentação do setor portuário e forçou a criação desses processos de desregulamentação, introduzindo participações privadas nesse novo modelo, o que em alguns casos assumiu a forma de privatização.

Assim, a crescente demanda de competitividade dos mercados globais forçou o setor de transporte marítimo a implementar estratégias de modernização institucional, equipando os portos com novos níveis de eficiência, capacidade e investimento (Castillo-Manzano et al, 2016).

A nova Lei dos Portos do Brasil (Lei n. 12.815, 2013) foi promulgada com o objetivo de aumentar a competitividade e o desenvolvimento do País, tendo como diretrizes: estimular a modernização e o aprimoramento da gestão dos portos organizados e instalações portuárias, a valorização e qualificação da mão de obra portuária e a eficiência das atividades prestadas. Na busca pelo alcance desses objetivos, o Brasil não se diferencia de outros países, onde governos, autoridades portuárias e agências reguladoras ou de gestão pública veem aplicando reformas multidimensionais para o setor portuário (Brooks e Cullinane, 2007).

Por ser uma legislação que entrou em vigor recentemente ainda falta informação sobre como os impactos de sua promulgação afetam os atores que formam o Sistema Portuário Nacional. Para analisar esses impactos será utilizada a técnica de Dinâmica de Sistemas. As aplicações desta abordagem cobrem um amplo espectro, incluindo problemas econômicos nacionais, cadeias de suprimentos, projetos gestão, problemas educacionais, sistemas de energia, desenvolvimento sustentável, política, psicologia, ciências médicas, cuidados de saúde e muitas outras áreas (Barlas, 2007).

Assim, o presente estudo se propõe a realizar uma análise quantitativa através da técnica de Dinâmica de Sistemas, onde se utiliza o *software iThink Architecture* da *Isee Systems*, por meio de uma abordagem de simulação computacional, para gerar dados analíticos e compará-los com os resultados reais do setor portuário brasileiro.

1.2 JUSTIFICATIVA

O processo de globalização econômica que iniciou mais fortemente na década de 90 levou à abertura generalizada de mercados de bens e fatores produtivos globais. As novas tecnologias incorporadas ao transporte marítimo, juntamente com as mudanças na intervenção do setor público na atividade econômica, trouxeram transformações aos padrões comerciais tradicionais. A indústria portuária passa assim por um processo de reestruturação, mudando radicalmente seu modelo de negócios. As mudanças tecnológicas forçam a atividade portuária a mudar de uma atividade intensiva em mão-de-obra para outra altamente mecanizada, especializando-se em tipos de tráfego muito específicos (Núñez-Sánchez e Coto-Millán, 2012).

As mudanças na nova legislação portuária brasileira juntamente com o dinamismo do setor portuário, esbarram em suas particularidades únicas e em políticas públicas muitas vezes engessadas, o que levantam questões importantes sobre os efeitos dessa mudança neste setor, devido ao seu grande impacto econômico. Ao mesmo tempo, torna-se uma inovação no setor acadêmico, já que, inexiste um estudo que faça uma análise sistêmica da nova legislação utilizando as variáveis aqui apresentadas, além de que, nota-se também que os poucos estudos existentes são de pesquisas qualitativas de revisão bibliográfica ou se limitam ao campo do Direito.

1.3 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho consiste em avaliar o impacto da nova legislação brasileira (Lei nº 12.815/13) no crescimento do setor portuário utilizando uma abordagem da Dinâmica de Sistemas.

Para atingir o objetivo principal, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Analisar o mapa sistêmico do Setor Portuário Brasileiro;
- Identificar quais as variáveis que têm confiabilidade de informação e são quantificáveis;
- Propor um Modelo Dinâmico do Setor Portuário Brasileiro;
- Comparar o resultado da aplicação do Modelo com os resultados reais do Setor, para validar o Modelo;
- Definir os cenários para aplicação do Modelo proposto; e
- Analisar os resultados finais obtidos.

1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O estudo foi estruturado em cinco capítulos para melhor entendimento da linha de raciocínio desta dissertação.

O primeiro capítulo consiste na introdução e discorre sobre o tema da dissertação, para que o leitor tenha uma compreensão sobre o assunto, além de trazer os motivos através da justificativa para a realização do mesmo, bem como os objetivos que o direcionaram a pesquisa.

O segundo capítulo versa sobre a fundamentação teórica, sendo esta a base necessária para compreensão do estudo e está dividido nos seguintes temas: Legislação Portuária Brasileira; Impactos da Nova Legislação Portuária Brasileira; Mudanças na Legislação Portuária de Outros Países e Abordagem Sistêmica.

No terceiro capítulo contextualiza sobre o desenvolvimento do Modelo Sistêmico Portuário e são apresentados o mapa sistêmico, a modelagem computacional desenvolvida com o *software iThink Architecture*, a quantificação das variáveis e as relações entre as variáveis do sistema portuário.

O quarto capítulo aborda validação do modelo computacional proposto e a análise de cenários e dos resultados.

Finalmente, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões do estudo, limitações e as recomendações para realização de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA BRASILEIRA

Com a sanção da Lei de Modernização dos Portos (Lei n. 8.630, 1993), criou-se uma nova gestão administrativa, com dois objetivos principais: portos eficientes; e custo acessível. O incentivo a concorrência entre portos e terminais e o fim do monopólio da mão-de-obra dos trabalhadores portuários gera nessa ocasião uma expectativa no setor que logo foi desmontada pela lentidão dos novos processos de infraestrutura e modernização que eram unicamente de decisão governamental.

Em 2013, a Medida Provisória 595 foi convertida na Nova Lei dos Portos (Lei n. 12.815, 2013). Esse novo marco regulatório do setor portuário, veio com o objetivo de aumentar a competitividade através do estabelecimento de novos parâmetros para o setor portuário nacional e o desenvolvimento do País, e tem como principais diretrizes: estimular a modernização e o aprimoramento da gestão dos portos organizados e instalações portuárias; a valorização e qualificação da mão-de-obra portuária; e a eficiência das atividades prestadas (Lei n. 12.815, 2013).

A exploração direta ou indiretamente pela União, dos portos, instalações portuárias e das atividades desempenhadas pelos operadores portuários, passou a ser delimitada no Art. 1º, Capítulo I, da Lei n. 12.815 (2013), onde os tipos de contratação para exploração pelo setor privado de áreas ou instalações portuárias se subdividem em concessões e os arrendamentos, que são definidos para exploração indireta do porto organizado e das instalações portuárias nele localizados e as autorizações, que são definidas como a exploração indireta das instalações portuárias localizadas fora do porto organizado (Lei n. 12.815, 2013).

A Lei nº. 12.815/2013 define ainda, em seus incisos IX, XI e XII, Art. 2º, estes conceitos de concessão, arrendamento e autorização, sendo estes:

> "(...) concessão: cessão onerosa do porto organizado, com vistas à administração e à exploração de sua infraestrutura por prazo determinado;
>
> (...) arrendamento: cessão onerosa de área e infraestrutura públicas localizadas dentro do porto organizado, para exploração por prazo determinado;

> (...) autorização: outorga de direito à exploração de instalação portuária localizada fora da área do porto organizado e formalizada mediante contrato de adesão;”.

Os modelos de autorização dos serviços nas instalações portuárias foram reformulados para se tornarem mais atrativos a novos investimentos privados, além de intensificar a competição entre portos públicos e privados com a queda da diferenciação entre cargas próprias e de terceiros. Ainda, com o intuito de corrigir falhas da legislação anterior, os novos contratos delimitam a cobrança de serviços e o alcance das tarifas e taxas portuárias.

A nova Lei, trás ainda, um quarto modelo de exploração, neste caso para o setor público, os chamados portos delegados ou delegações, onde ocorre a transferência da administração e da exploração do porto organizado, onde a União repassa para Municípios ou Estados, ou para consórcio público, mediante convênio, nos termos da Lei, que são os modelos atuais, previstos na nova legislação, para exploração de portos, áreas ou instalações portuárias.

2.2 IMPACTOS DA NOVA LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA BRASILEIRA

Por ser uma legislação nova, cuja promulgação ocorreu a um tempo relativamente pequeno, ainda sabe-se pouco sobre os seus impactos e efeitos sobre os atores que formam o Sistema Portuário Nacional. Algumas pesquisas nacionais recentes têm contribuído para um maior entendimento sobre seus efeitos.

Nesse sentido, Motta, De Sousa e Do Nascimento (2015) analisaram a nova Lei segundo a ótica dos trabalhadores e operadores portuários com foco no Porto de Santos, onde o objetivo do estudo era analisar os impactos da sua promulgação na operação e gestão dos portos nacionais. A metodologia utilizada foi uma revisão da literatura e aplicação da ferramenta de análise de *SWOT* (*Strenghts, Weaknesses, Opportunities e Threats*), aplicada ao porto de Santos, para levantar os impactos da nova legislação sobre os empregados dos portos em seu processo de adequação. Suas conclusões demonstraram que a nova legislação tende a trazer benefícios aos trabalhadores, mas que o processo de adaptação poderá ser lento e ocasionar um aumento de custos operacionais.

Já Tonolli, Vieira, Veruck e Gonçalves (2015) analisaram as implicações da nova legislação (Lei n.12.815, 2013) na governança do setor portuário brasileiro pela ótica dos usuários. A pesquisa qualitativa de caráter exploratório utilizou fontes primárias e secundárias de dados que foram analisados usando o método de análise de conteúdos. Os resultados da pesquisa demostraram que pela ótica dos usuários, de forma geral, os aspectos positivos da promulgação da nova Lei, no longo prazo, serão um maior investimento e uma maior eficiência do setor, mas de forma análoga, os aspectos negativos irão gerar uma maior dificuldade à governança das cadeias logístico-portuárias, devido às lacunas deixadas pela nova Lei, nas questões que sustentam a governança.

Seguindo a mesma linha, Barbosa (2016), analisou o arranjo institucional do setor portuário, conforme a nova legislação e seus impactos na regulação de arrendamentos operacionais. A pesquisa de caráter qualitativo, com método de abordagem indutivo e obtenção de dados através de pesquisa bibliográfica, sugere em suas conclusões uma redistribuição de competências entre a Secretaria Nacional de Portos (SNP), a Agência Nacional de Transportes Aquáticos (ANTAQ) e as autoridades portuárias, como também a utilização da ferramenta de análise de impacto regulatório, permitindo previsibilidade e transparência das ações, para se obter um efetivo controle entre os objetivos almejados pelo governo e as ações da agência reguladora.

Em outro estudo recente, Frezza (2016) analisou a conformidade do novo marco regulatório aos modelos brasileiros de concessões e de agências reguladoras, buscando identificar os mecanismos capazes de assegurar a satisfação do interesse público na exploração do setor portuário. A pesquisa de caráter qualitativo, com método indutivo e técnica de obtenção dos dados através da pesquisa bibliográfica, sugere que a nova legislação brasileira está em consonância com as regras de exploração dos novos modelos de concessão e com suas agências reguladoras, embora também tenha levantado que o setor portuário possua características únicas. A pesquisa sugere também que, apesar de existirem ainda desafios recorrentes ao aperfeiçoamento da nova legislação, a mesma torna-se uma alternativa viável na harmonização de alguns conflitos existentes entre as expectativas do setor publico e privado na exploração dos portos nacionais.

Por fim, Fernandes (2016) analisou as principais mudanças trazidas pela entrada em vigor da nova legislação portuária, considerando uma abordagem sistêmica e os impactos nas relações entre governo e *stakeholders* e sobre seus objetivos. As relações entre as variáveis identificadas e estudadas foram analisadas uma a uma e aos pares, em suas relações de causa e efeito, o que resultou na elaboração de um mapa sistêmico do setor portuário nacional. O resultado, por conseguinte, demonstrou um aumento benéfico na relação dos *stakeholders* com seus objetivos, com uma tendência de aumento exponencial do setor.

Os resultados obtidos por Fernandes(2016), baseados no resultado teórico do mapa sistêmico da nova legislação portuária brasileira, são o ponto de partida para o modelo dinâmico proposto no presente estudo, com a diferença que usa-se nesse modelo valores e índices reais através de uma simulação computacional para projetar dados quantitativos de análise, gerando uma maior confiabilidade e robustez aos resultados.

2.3 MUDANÇAS DA LEGISLAÇÃO PORTUÁRIA DE OUTROS PAÍSES

Desde a década de 80, tem havido uma revolução nos modelos de gestão portuária e em sua estrutura de regulamentação em muitos países. Núñez-Sánchez e Coto-Millán (2012) analisaram o Impacto das reformas públicas sobre a produtividade dos portos espanhóis. Sua pesquisa sobre a evolução da produtividade total dos fatores e sua decomposição considera o período de 1986 a 2005, por corresponder a um período de reformas públicas que afetaram a estrutura do setor e onde as autoridades portuárias espanholas passaram por importantes mudanças regulatórias. Os resultados demonstraram que o progresso técnico e os ganhos de eficiência de escala melhoraram a produtividade total dos fatores, enquanto as perdas técnicas de eficiência reduziram a produtividade total dos fatores. Para os autores, esse resultado se deve as mudanças regulatórias ocorridas nesse período, onde o modelo de gerenciamento dos portos passa de um modelo de gestão "*Tool Port*" para um modelo de gestão "*Landlord Port*" e pela adoção de tecnologias expecíficas, além do excesso de capacidades dos portos espanhóis desencadeado pela política econômica espanhola do início dos anos noventa.

No mesmo ano, Rodríguez-Álvarez e Tovar (2012) elaboraram uma pesquisa sobre as reformas do setor portuário espanhol nas duas últimas décadas para verificar se foram bem sucedidas (1993-2007), utilizando uma abordagem de fronteira de custos. Também para os autores a evolução do modelo de gestão portuária em Espanha foi marcada pelas três reformas legislativas realizadas nas últimas duas décadas, no intuito de implantar novas formas de organização e gestão portuária que permitiriam aos portos espanhóis funcionarem de forma competitiva e eficiente. Foi utilizado pelos autores um modelo de custo total de curto prazo considerando ser o mais apropriado, já que os resultados sugeriam que o setor não estava em equilíbrio de longo prazo. Os resultados de sua pesquisa demonstram que o impacto dessas reformas legislativas não foram iguais e que as mudanças mais significativas, em termos de eficiência econômica, ocorreram no primeiro período. Os resultados ainda demonstraram-se positivos para o segundo período, embora que os ganhos de eficiência foram menores e que a terceira reforma legislativa teria tido um efeito contrário à eficiência econômica.

Já Trujillo, González e Jiménez (2013) abordaram uma visão geral sobre o processo de reforma dos portos africanos com o objetivo de examinar os fatores que retardam esse processo. Para isso, mediram a evolução da eficiência portuária durante o processo de reforma portuária usando uma fronteira de produção estocástica. Os primeiros resultados sugeriram que as reformas foram positivas, sendo que a eficiência aumentou de 2004 a 2007. Para medir os fatores que afetam a qualidade percebida do porto, utilizaram uma regressão ordinária de mínimos quadrados (Ordinary Least-Squares Regression - OLS), envolvendo o tipo e tamanho de porto, a localização, o PIB e a corrupção. Os resultados gerais da pesquisa demonstraram que os modelos de gestão portuária *LandLord* não são apenas os mais eficientes, mas também os mais valorizados. E que do ponto de vista comercial do porto, a centralização não é um sistema flexível nem viável, e que causa dificuldades na tomada de decisões. Assim, apesar de serem de propriedade estatal, 90% dos portos africanos analisados estão buscando reformular sua gestão para movimentar todos os tipos de cargas em suas operações portuárias e promover descentralização, desregulamentação, participação do setor privado e re-regulamentação nos casos necessários.

Zheng e Negenborn (2014) analisaram comparativamente os modelos de centralização e descentralização da regulação portuária aplicada aos terminais de contêineres do Porto de Xangai na China, utilizando-se da teoria do agente principal e da teoria do jogo dinâmico. Para isso, determinaram as tarifas ótimas, as capacidades portuárias e os níveis de eficiência dos portos sob estes dois modelos de regulação. A análise de sensibilidade e estudos comparativos demonstrou que a tarifa, o nível de eficiência portuária, a demanda de serviços portuários e o bem-estar social são mais elevados no modelo de gestão descentralizado, enquanto o impacto na capacidade portuária e no lucro do operador portuário nos diferentes modelos de regulação portuária é incerto. Seus resultados demonstraram também que o status de monopólio dos portos em uma determinada região torna necessária a regulamentação por parte do governo ou que ao menos, os mesmo permitam a concorrência entre terminais públicos e privados.

Já Ferrari, Parola e Tei (2015) analisaram os modelos de governança e concessões portuárias na Europa, com foco principalmente na efetividade dos contratos de concessão no setor portuário. Os autores indicaram que a heterogeneidade atual na regulação portuária da União Européia e reconhecida por impactar diretamente na competitividade dos portos. E que a ampla gama de objetivos com a intenção de gerenciar as interações entre os operadores privados, gera *trade-offs*, visto que, em alguns casos um fluxo de receita ou objetivos estratégicos de uma autoridade portuária implicam em um custo para a concessionária, sendo o objetivo principal de seu trabalho argumentar como os acordos de concessão podem contribuir para minimizar esses *trade-offs*. Em seus resultados, os autores descrevem o modelo de gestão *LandLord* como sendo a ferramenta adequada e comum para ajudar a autoridade portuária na conquista dos seus objetivos e para minimizar potenciais conflitos.

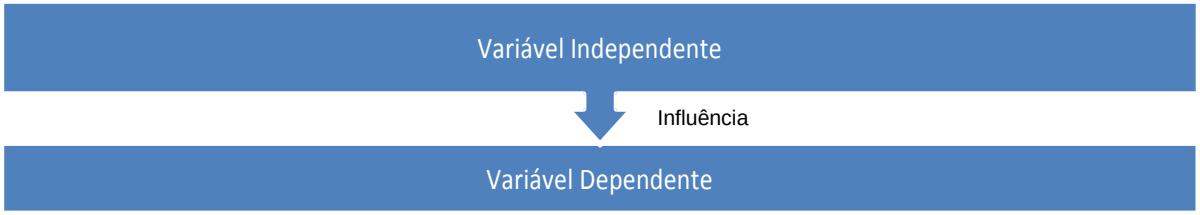
2.4 ABORDAGEM SISTÊMICA

O pensamento sistêmico (ou enfoque sistêmico), com sua perspectiva nas interpretações e soluções para problemas complexos, busca identificar a interação de componentes que se agregam em totalidades ou em conjuntos complexos, a entender a multiplicidade e interdependência das causas e variáveis de problemas complexos, além de criar soluções para esses problemas (Maximiano, 2006).

O pensamento sistêmico se caracteriza na visão baseada no todo indivisível, sendo sua unidade de análise o próprio sistema. Suas fronteiras, inicialmente fracas, permitem que após sucessivos entendimentos o sistema seja definido (Andrade *et al*, 2006). Para Senge (2006), a perspectiva sistêmica indica que existem diferentes níveis de explicações em qualquer situação complexa: eventos, padrões de comportamento e estrutura sistêmica.

Para Andrade *et al* (2006), os elementos centrais da linguagem sistêmica são as variáveis que compõem um sistema. Essas variáveis afetam ou influenciam umas as outras, o que evidencia a existência de relação de causa e efeito. Essas variáveis se relacionam aos pares, de forma que as variações na variável independente provocam variações na variável dependente.

Figura 1: *R*elacionamento de entre duas Variáveis Sistêmicas

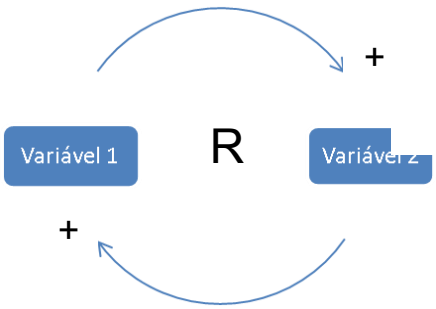


Fonte: Adaptado de Andrade et al**.**, p.59, 2006.

Ainda, segundo Andrade et al (2006), a percepção das pessoas envolvidas ocorre no nível inicial, que respondem reativamente, e os eventos são variações que só são percebidas em padrões mais profundos de comportamento, sendo necessária uma análise das tendências de longo prazo e de suas implicações para se atingir tal nível. No terceiro nível encontra-se a estrutura sistêmica atuante, onde a interação das variáveis, através das relações causais, geram padrões de comportamento.

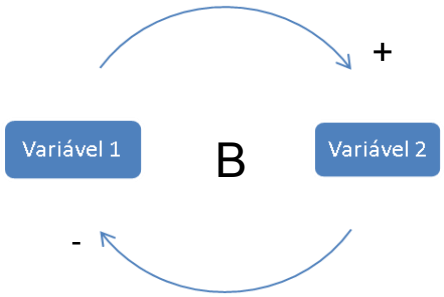
A cibernética demonstra que os sistemas sustentam sua existência e seu comportamento por meio das relações circulares. Essas relações são divididas em dois tipos básicos: as de reforço e as de balanceamento. Nas relações de reforço, o processo de crescimento comporta-se exponencialmente, já as relações de balanceamento são responsáveis pelo equilíbrio, ou limite ao crescimento (Andrade et al, p. 60, 2006)

Figura 2: Representação Sistêmica de Enlace Reforçador



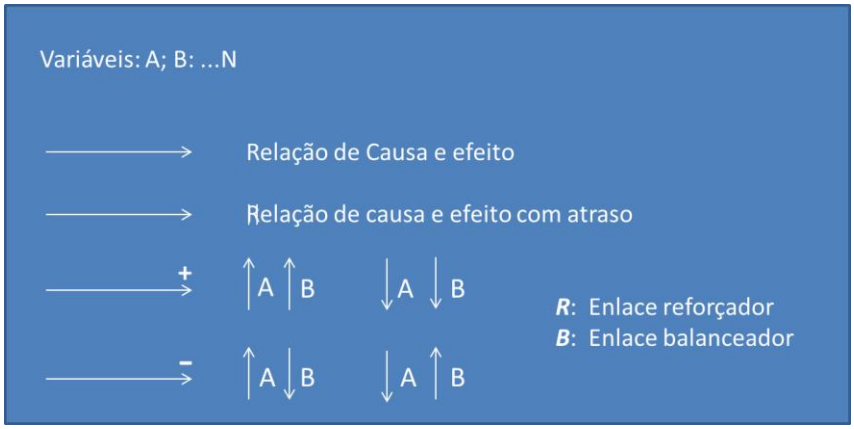
Processo crescimento exponencial
Fonte: Adaptado de Andrade et al**.** P. 61, 2006.

Figura 3: Representação Sistêmica de Enlace Balanceador



Equilíbrio ou limite ao crescimento
fonte: Adaptado de Andrade et al**.,** P. 61, 2006.

Quadro 1 – Notações da Linguagem Sistêmica



Fonte: Adaptado de Andrade et al**.,** P. 63, 2006.

O estado de um sistema dinâmico varia com o transcorrer do tempo (Arrowsmith e Place, 1994). É representado por um modelo matemático (Campos e Isaza, 2002) podendo ser determinado por equações de diferenças, equações diferenciais

ordinárias e equações diferenciais estocásticas. Tais modelos matemáticos são geralmente modelos dinâmicos que podem envolver comportamentos muito complicados (Perko, 1991).

Segundo Barlas (2007), a modelagem é uma ferramenta científica utilizada na investigação de problemas e soluções. Um modelo representa os aspectos selecionados de um sistema real em relação a algum problema específico identificado, sendo este então a motivação crucial ou o propósito que desencadeia a modelagem. Esses modelos podem ser de muitos tipos entre físicos e simbólicos.

Os modelos de dinâmica do sistema são modelos simbólicos que consistem em uma combinação de diagramas, gráficos e equações. Em suma, os modelos típicos de dinâmica do sistema são modelos dinâmicos descritivos, contínuos ou discretos, com foco em problemas de políticas envolvendo estruturas de *feed-back*.

Para Andrade (2006), a modelagem computacional como ferramenta do pensamento sistêmico, além de adicionar aprendizagem ao processo, ainda oportuniza a construção de micromundos do sistema real onde se podem avaliar as consequências das ações no tempo e no espaço. O modelo quantitativo (modelo computacional) é construído com ferramentas da Dinâmica de Sistemas, partindo-se de um modelo qualitativo (Mapa Sistêmico) já constituído a partir da interpretação do mundo real.

Com a interpretação do mundo real, criam-se os modelos mentais que são abstrações da realidade e simula-se cenários extraindo o sentido das experiências que ocasionam a tomada de decisões, ou seja, ao se construir um modelo computacional que corresponda a um modelo mental, pode-se executar simulações para analisar quais seriam os resultados ao longo do tempo. Em particular, isso ajuda a entender como o *feedback* e a ação à distância podem levar a resultados inesperados (ISEE SYSTEMS, 2017).

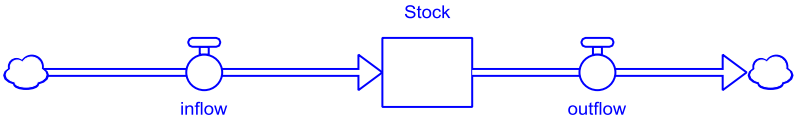
A Dinâmica de Sistemas é uma das ferramentas do pensamento sistêmico que foi inicialmente desenvolvida pelo engenheiro eletricista Jay Forrester, do *Massachusetts Institute of Technology* - MIT nas décadas de 50 e 60 (Forrester, 1958). A nova metodologia se desenvolveu a partir da união de teorias como: teoria de sistemas, jogos militares, cibernética, tomadas de decisões táticas e outras.

Modelos qualitativos construídos através de padrões de abordagem do ciclo casual foram utilizados como hipóteses dinâmicas antes mesmo de desenvolver um modelo quantitativo de fluxo de estoque.

Para Shepherd (2014), a abordagem da dinâmica do sistema vincula modelos qualitativos e quantitativos, onde os modelos qualitativos são úteis para descrever a estrutura de um sistema e uma hipótese dinâmica, mas não geram resultados quantitativos. Essa abordagem baseia-se em equações diferenciais, mas os resultados apresentados ao usuário são em termos de "estoques" e "fluxos", que o torna de fácil entendimento.

Os estoques (*stocks*) são acumuladores e são representados por retângulos sugerindo uma caixa para conter o conteúdo. Os fluxos podem ser influxo para um estoque ou uma saída de um estoque e são representados por tubos com válvulas controlar a taxa de fluxo para dentro ou para fora de um estoque. Subjacente aos símbolos está a notação matemática que mostra como o estoque é a integral do fluxo de entrada a partir de um nível inicial de estoque (Shepherd,2014).

Figura 4: Representação do Estoque e Fluxo com Equação Integral



$$Stock(t) = \int_{t_0}^{t} [inflow(s) - outflow(s)]ds + stock(t0)$$

Onde:

$$Stock(t) = Estoquefinal$$

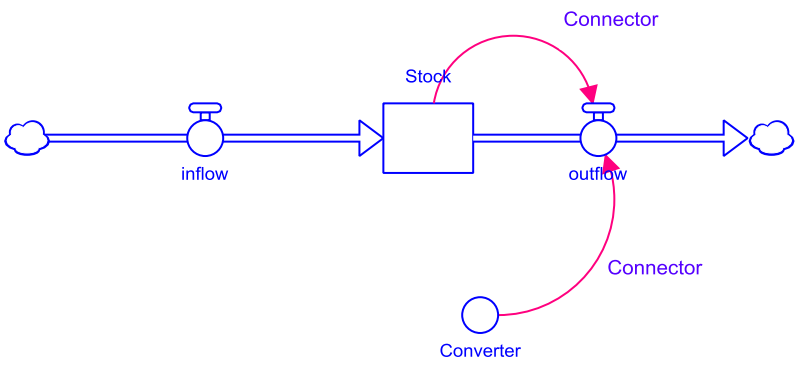
$$[inflow(s) - outflow(s)]ds = DerivadadasS \text{ entradas e saídas do estoque}$$

$$stock(t0) = Estoqueinicial$$

Fonte: Adaptado de Shepherd, 2014.

Ainda fazem parte da linguagem sistêmica o conversor, responsável por atribuir aos fluxos as equações diferenciais ou parâmetros necessários para a transformação de um estado para o próximo no modelo, e o conector que transmite a informação de um elemento ao outro (YUAN, 2011). A figura a seguir ilustra um modelo básico de diagrama de estoque e fluxo com o uso do *software iThink Architecture*.

Figura 5: Representação do Diagrama de Estoque e Fluxo



Fonte: Adaptado de Yuan**.,** P. 606, 2011.

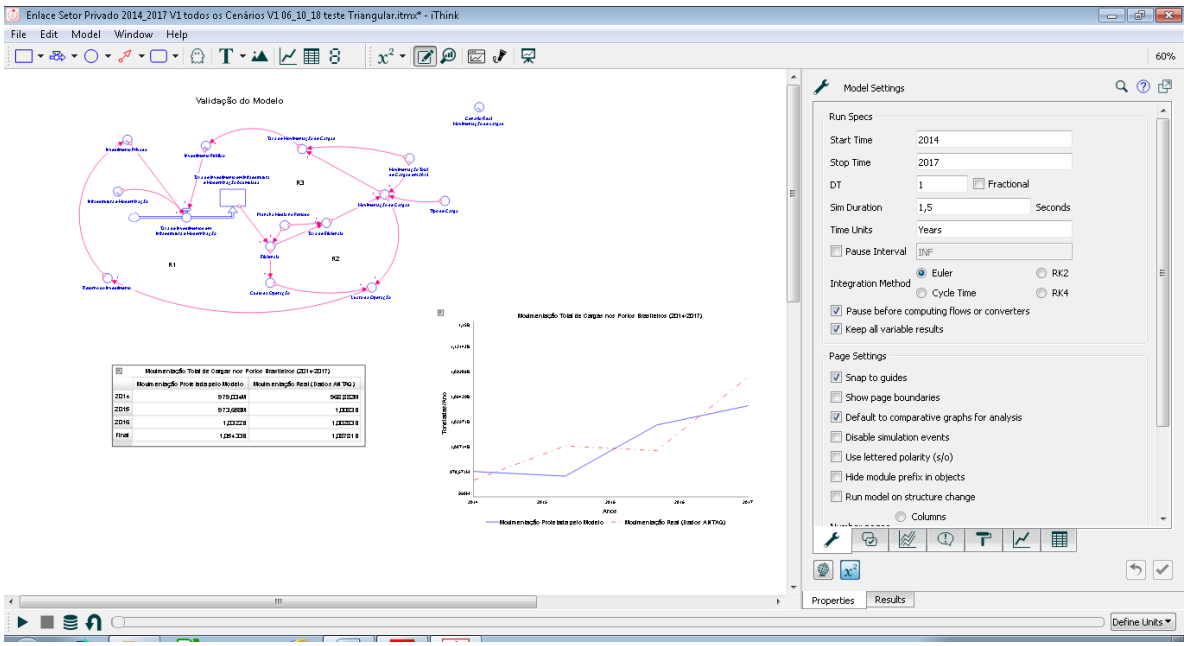
Hoje em dia, no mercado mundial de *softwares* de simulação voltados para resolução de problemas complexos através da dinâmica de sistemas, destacam-se os pacotes oferecidos pelo grupo desenvolvedor ISEE SYSTEMS.

No presente estudo, para realizar a análise sistêmica, será utilizado o *iThink Architecture* da *Isee Systems,* por ser um *software* baseado no pensamento sistêmico com *interface* gráfica simples, baseada em ícones que simplificam a construção do modelo, tornando-o bem intuitivo, além de proporcionar resultados apresentados em formatos de gráficos, tabelas, animações, filmes e arquivos *QuickTime*;

O iThink é um *software* que guia e sugere representações através da criação de modelos que simulam processos, negócios e cenários, e apontam os impactos de um novo procedimento ou política, oferecendo a oportunidade de corrigir resultados indesejáveis. Os modelos *iThink* utilizam-se da experimentação de cenários para demonstrar resultados que podem ser perigosos ou ter um alto custo no sistema real (*User Guide*, 2017).

As características do *iThink* permite moldar diagramas de sistemas através de suas malhas de realimentação e de outras funções essenciais, criando automaticamente equações diferenciais que podem ser simuladas ao longo do tempo. A Figura 6 abaixo demonstra a *interface* do *software*.

Figura 6 – *Interface* Gráfica – *Software iThink Architecture* da *Isee Systems*.



O *software* de modelagem dinâmica da *Isee Systems* permite ao usuário criar diagrama de sistema que podem ser simulados ao longo do tempo. Sendo assim, dedicados a aumentar a compreensão do mundo através de *software* de modelagem e simulação, mostram a imagem completa do sistema ocasionando uma melhor compreensão de um problema, como também, permitindo que se tomem decisões e mudanças políticas mais eficazes e eficientes, evitando resultados indesejados e determinando quais efeitos de grande alcance suas decisões podem ter (User Guide, 2017). O Quadro 2 abaixo, sintetiza os estudos anteriores relevantes utilizados na pesquisa.

***Quadro 2**: Síntese dos Estudos*

Autores	Título	Importância do Estudo
Barbosa 2016	Análise do arranjo institucional do setor portuário conforme a lei nº 12.815/2013 e seus impactos na regulação de arrendamentos operacionais.	Analisou o arranjo institucional do setor portuário, conforme a nova legislação e seus impactos na regulação de arrendamentos operacionais.
Castillo-Manzano et al. 2016	Evaluating the effects of the latest change in Spanish port legislation: Another ‘‘turn of the screw’’ in port reform?	Examina os determinantes do tráfego gerado pelas autoridades portuárias da Espanha, utilizando dados de 2003 a 2012. O interesse do estudo reside na análise do impacto de medidas legislativas recentes que implicaram uma crescente liberalização das taxas portuárias.
Fernandes.	Mapa Sistêmico da Nova Legislação Portuária – Lei n.	Propôs a analisar as principais alterações decorrentes da promulgação da nova Lei de Portos,

2016	12.815/2013.	considerando a abordagem sistêmica
Frezza 2016	A nova Lei dos Portos e os modelos de concessões e de agências reguladoras: mecanismos para a garantia do interesse público.	Analisou a conformidade do novo marco regulatório aos modelos brasileiros de concessões e de agências reguladoras.
Beria, Ponti e Ramella. 2016	Introduction: Economic regulation of transport infrastructure, theory and practices.	Investiga estudos comparativos entre as atuais práticas regulatórias e as propostas quantitativas e medidas da eficácia existentes, com o objetivo de contribuir para preencher essa lacuna.
Ferrari, Parola e Tei. 2016	Governance models and port concessions in Europe: Commonalities, critical issues and policy perspectives.	Analisam os Modelos de governança e concessões portuárias na Europa, com foco principalmente na efetividade dos contratos de concessão no setor portuário.
Motta, De Sousa e Do Nascimento. 2015	Análise da lei 12.815/13 segundo a ótica dos trabalhadores e operadores portuários com foco no porto de Santos.	Analisaram a nova Lei segundo a ótica dos trabalhadores e operadores portuários com foco no Porto de Santos.
Tonolli et al	As implicações da lei nº 12.815/2013 na governança do setor portuário brasileiro pela ótica dos usuários.	Analisaram as implicações da nova legislação (Lei n.12.815, 2013) na governança do setor portuário brasileiro pela ótica dos usuários.
Vieira, Kliemann Neto e Amaral 2014	Governance, governance models and port performance: A systematic review	Revisão sistemática da governança que visa descrever a evolução da pesquisa sobre este tema entre 1992 e 2013, identificando os modelos de governança desenvolvidos a partir desta pesquisa e analisando as principais características desses modelos e sua contribuição para o desempenho da porta.
Zheng e Negenborn. 2014	Centralization or decentralization: A comparative analysis of port regulation modes.	Compara dos dois tipos de modos de regulação de portos - centralizado e descentralização - usando a teoria do agente principal e teoria do jogo dinâmico
Musso, Piccioni e Van de Voorde. 2013	Italian seaports' competition policies: Facts and figures	Concentra-se nas variáveis exógenas e endógenas que podem afetar a concorrência portuária, o que, em última instância, fornece informações sobre potenciais estratégias para melhorar a competitividade dos portos marítimos da Itália.
Trujillo, González e Jiménez. 2013	An overview on the reform process of African ports	Este artigo examina o processo e os fatores que retardam o processo de reforma nos portos africanos.
Núñez-Sánchez e Coto-Millán. 2012	The impact of public reforms on the productivity of Spanish ports: A parametric distance function	Analisar o Impacto das reformas públicas sobre a produtividade dos portos espanhóis.

	approach	
Rodríguez-Álvarez e Tovar. 2012	Have Spanish port sector reforms during the last two decades been successful? A cost frontier approach	Analisa o impacto dessas mudanças regulatórias sobre a eficiência econômica das Autoridades portuárias espanholas durante o período 1993-2007.
Castillo-Manzano; López-Valpuesta e Pérez 2008	Economic analysis of the Spanish port sector reform during the 1990s	Analisa as mudanças legislativas afetaram a evolução dos níveis de tráfego do sistema portuário espanhol a partir de *1992*, data de introdução da primeira lei, até 2003, data de aprovação de uma terceira alteração legislativa
Brooks e Cullianane. 2007	Governance Models Defined - Port Governance and Port Performance.	Examina o ambiente de gestão portuária, abordando as reformas de 14 países e regiões, antes de examinar o que as escolha de governança podem significar para o seu desempenho.
Andrade et al. 2006	Pensamento Sistêmico - caderno de campo.	Um guia para aplicação da abordagem gerencial desenvolvida por Peter Senge nos Estados Unidos. Voltado à realidade brasileira, traz casos e exemplos reais nos quais estiveram envolvidos e participaram os cerca de 40 colaboradores da obra. Conta com rico material adicional no site de apoio.
Brooks. 2004	The Governance Structure of Ports	Discute a gama de alternativas de desconcentração adotadas no setor de portos globais, conforme identificado pelo Banco Mundial e pesquisadores acadêmicos.
Baltazar e Brooks. 2001	The governance of port devolution: A tale of two coutries. *World conference on transportaton research*	Os autores propõem, com base em uma pesquisa de gestão estratégica e literatura teórica que a descentralização exige adequação de três variáveis da organização: o ambiente externo, metas e estratégias organizacionais e estruturas organizacionais e sistemas.
Baird. 2000	Port privatization: Objectives, extent process an the U.K. experience.	Este artigo considera objetivos comumente associados com a privatização das funções portuárias.
Arrowsmith e Place. 1994	Introduction to dynamical systems.	Fornece uma introdução em grande parte autônoma às estruturas matemáticas subjacentes a modelos de sistemas cujo estado muda com o tempo e que, portanto, podem exibir esse tipo de comportamento.

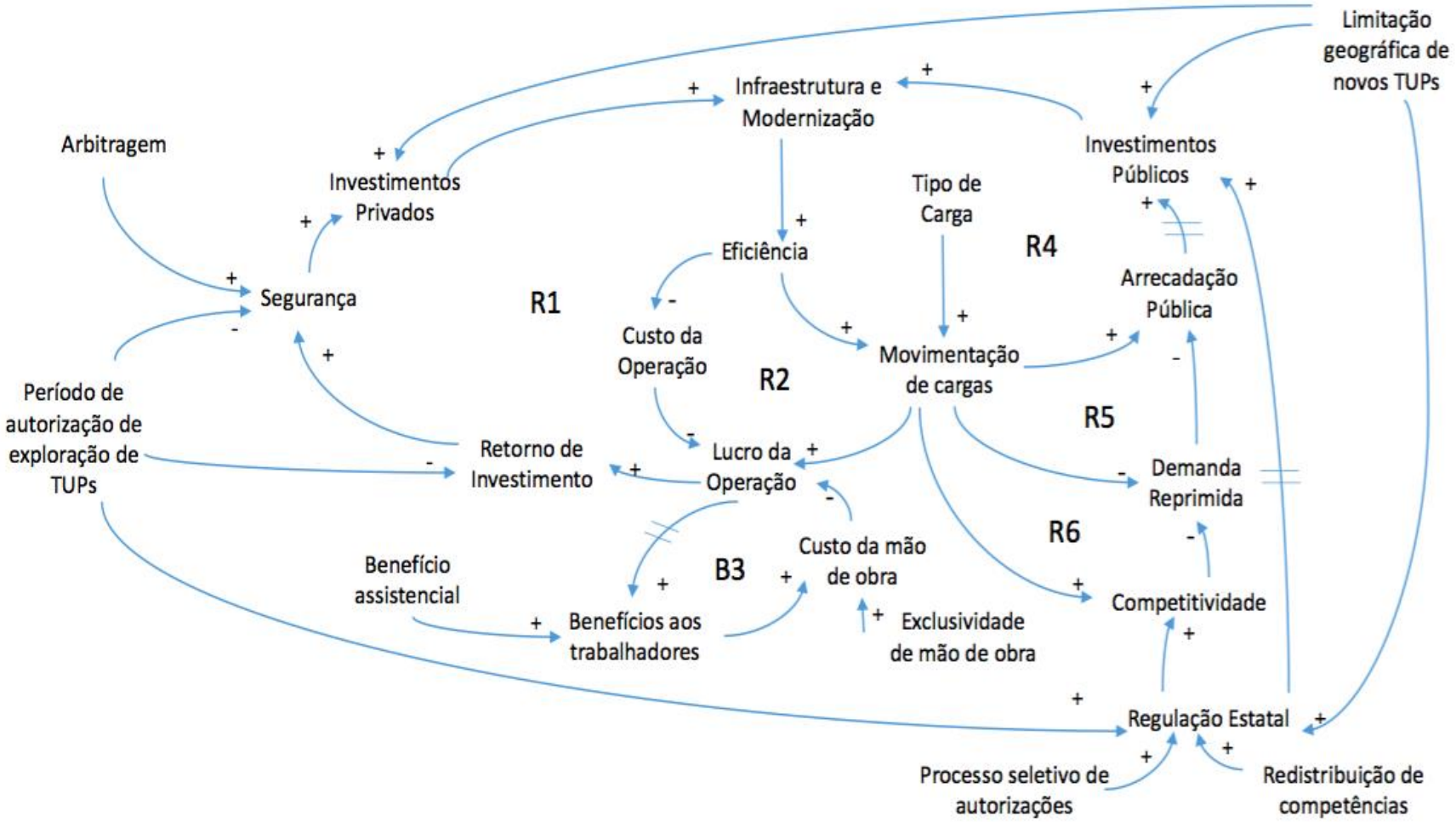
3. O MODELO SISTÊMICO PORTUÁRIO

3.1 MAPA SISTÊMICO

Para Andrade (2006, p.98), o Mapa Sistêmico é elaborado utilizando-se a linguagem sistêmica, constitui uma a representação da realidade onde se mapeiam as variáveis e as suas relações de causa e efeito e ainda permite, não só identificar causas estruturais dos padrões de comportamento, mas também localizar pontos de alavancagem.

Para a realização do presente estudo, utilizou-se como referência o Mapa Sistêmico dos Impactos da Nova Legislação Portuária Brasileira, concebido por Fernandes (2016), através do método do pensamento sistêmico, que identifica as relações de causa e efeito contidas nas variáveis analisadas, conforme pode ser visto na Figura 6, a seguir.

Figura 7: *Mapa Sistêmico dos impactos da nova Legislação Portuária Brasileira*



Fonte: Fernandes, 2016.

Foram analisadas as variáveis do Mapa Sistêmico que tinham confiabilidade e possuíam informações disponíveis para criar um quadro comparativo entre as variáveis utilizadas e as variáveis que iriam compor a análise sistêmica para criação da modelagem e simulação computacional.

Quadro 3: *Comparativo entre as Variáveis Utilizadas no Mapa Sistêmico e as Variáveis Utilizadas na Análise Sistêmica e seus Indicadores.*

Variáveis Mapa Sistêmico	**Variáveis Utilizadas na Pesquisa**	**Base de Dados (Indicadores)**
Limitação geográfica de novos TUPs	Não	----
Infraestrutura e Modernização	Sim	SNP
Investimento Público	Sim	ANTAQ
Tipo de carga	Sim	ANTAQ
Arrecadação Pública	Não	----
Eficiência	Sim	ANTAQ
Movimentação de Carga	Sim	ANTAQ
Demanda Reprimida	Não	----
Custo da Operação	Sim	DRE e BP
Lucro da Operação	Sim	DRE e BP
Competitividade	Não	----
Regulação Estatal	Não	---
Custo da Mão-de-Obra	Não	----
Benefícios aos Trabalhadores	Não	----
Investimentos Privados	Sim	ANTAQ
Retorno sobre Investimento	Sim	DRE e BP
Segurança	Não	----
Arbitragem	Não	----
Período de Autorização de Exploração de TUP's	Não	----

As bases de dados utilizadas para compor o estudo foram:

- Agência Nacional de Transporte Aquaviário - ANTAQ: Anuários Estatísticos do Setor Aquaviário, Boletins Informativos Aquaviários, Cartilha de Norma de Registro de Instalações Portuárias, Resoluções, Contabilidade Regulatória, Estatísticas e Informações Geográficas dos Portos Brasileiros.

- Secretaria Nacional de Portos – SNP: WebPortos, Sistema Portuário Brasileiro, Investimentos, Plano Nacional de Logística Portuária – PNLP, Planejamento Portuário Nacional – PPN, Plano Geral de Outorgas Portuárias – PGO, Plano de Desenvolvimento e Zoneamento – PDZ e Inteligência Logística.
- Demonstrações Contábeis - Balanços Patrimoniais (BP) e Demonstrações de Resultado do Exercício (DRE) dos Portos analisados.

Assim, utilizaram-se as bases de dados da ANTAQ, da SNP e as Demonstrações Contábeis para fazer o levantamento das informações e dos indicadores propostos no estudo no período de 2014 a 2017.

Ainda, para viabilizar a modelagem computacional, foram criadas pelo autor novas variáveis, sendo elas: Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização; Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização Acumulada; Prancha Média no Período; Taxa de Eficiência; Movimentação total de cargas em 2013; e Taxa de Movimentação de Cargas.

O quadro abaixo descreve a conceitualização das variáveis da modelagem e simulação computacional. O período que compreende a base histórica dos índices e valores utilizados no modelo e vai de 2014 a 2017, já que a nova Lei de Portos foi promulgada em junho/2013 e pretende-se analisar os efeitos pós-promulgação.

Quadro 4: *Variáveis Utilizadas na Modelagem e Simulação Computacional.*

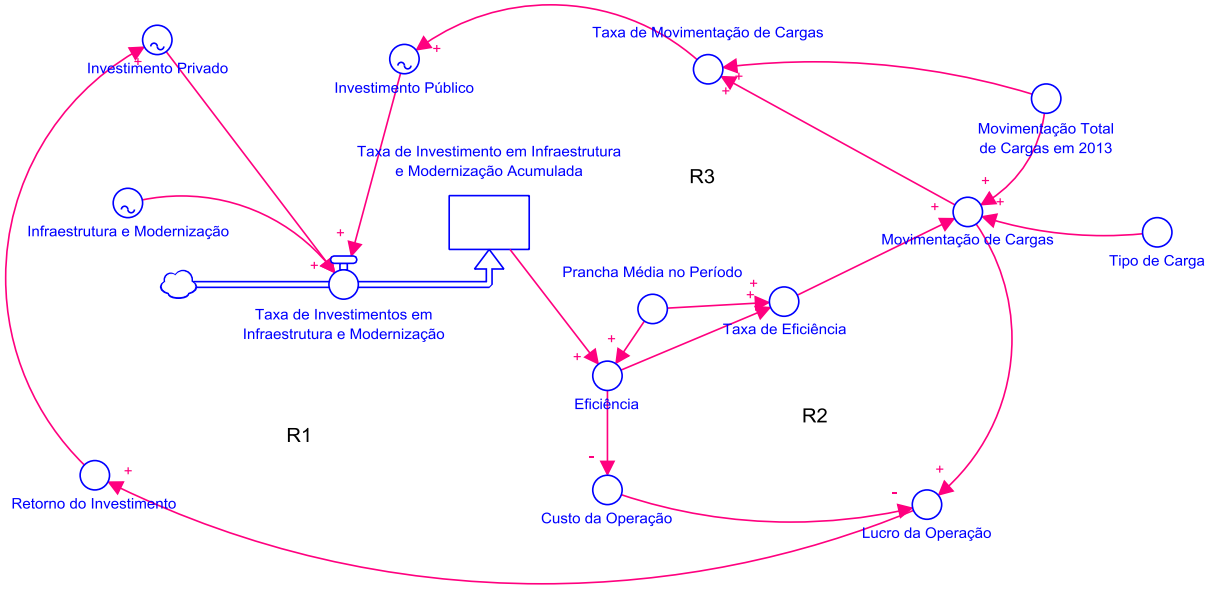
Variáveis	Descrição	Tipo
Infraestrutura e Modernização	Valores anuais totais investidos na modernização da infraestrutura portuária nacional no período	Dependente
Investimento Público	Valores anuais totais investidos pelo Setor Público Brasileiro no setor portuário no período	Dependente
Tipo de carga	Variação percentual anual na movimentação de novos perfis de carga em terminais nacionais já existentes no período	Independente

Eficiência	Projeção da Variação anual em toneladas/hora da prancha média anual dos portos nacionais no período	Dependente
Movimentação de Carga	Total anual de movimentação de cargas em toneladas nos portos brasileiros no período	Dependente
Custo da Operação	Variação percentual anual dos custos de operação portuária nos portos nacionais no período	Dependente
Lucro da Operação	Variação percentual anual do lucro das operações portuárias nos portos nacionais no período	Dependente
Investimento Privado	Valores anuais totais investidos pela iniciativa privada brasileira no setor portuário no período	Dependente
Retorno sobre Investimento	Variação percentual anual do retorno sobre os investimentos dos portos nacionais no período	Dependente
Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização	Variação percentual anual dos totais investidos na modernização da infraestrutura portuária nacional no período	Dependente
Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização Acumulada	Variação percentual anual acumulado dos totais investidos na modernização da infraestrutura portuária nacional no período	Dependente
Prancha Média no Período	Variação anual da prancha média em toneladas/hora no período	Independente
Taxa de Eficiência	Variação percentual anual da prancha média dos portos nacionais no período	Dependente
Movimentação total de cargas em 2013	Total de Carga Movimentada nos portos nacionais em 2013	Independente
Taxa de Movimentação de Cargas	Variação percentual anual de movimentação de cargas nos portos brasileiros no período	Dependente

3.2 MODELAGEM COMPUTACIONAL

Tendo como base as variáveis dependentes e independentes propostas para o estudo, foi desenvolvido um diagrama do modelo dinâmico do setor portuário brasileiro. A figura 8 a seguir mostra o resultado do diagrama desenvolvido através do *software iTthink Architecture*.

Figura 8 – Modelagem Computacional – Diagrama do Cenário Real Projetado.



Fonte: Elaborado pelo autor através do *software iThink* (2018).

No Enlace R1, as relações circulares do diagrama de cenário real projetado se iniciam no aumento da variável central **investimento privado**, ou seja, os investimentos privados no setor portuário provocam um aumento, com atraso, na **infraestrutura e modernização** do sistema portuário nacional. O atraso é devido à magnitude e ao tempo necessário para execução das obras dos projetos de infraestrutura e modernização. Por conseguinte, o aumento dos investimentos na infraestrutura e modernização provoca um aumento quase que instantâneo na **eficiência** da operação. Aumentando-se a eficiência da operação, por sua vez, reduz com atraso, os **custos da operação**, tendo em conta a diminuição do período de tempo acordado entre as partes para a realização de operações de carga e

descarga (Laytime). Assim, um menor custo operacional acarretará, instantaneamente, um maior **lucro na operação,** que também reflete imediatamente em um maior **retorno sobre o investimento** e que, também, reflete instantaneamente em um aumento do **investimento privado**, realimentando o sistema.

Tem-se ainda uma segunda relação circular que é desencadeada também pelo **investimento Privado**, a qual se denomina de Enlace R2, que inicia-se igual ao Enlace R1 até a relação da variável **Infraestrutura e Modernização** com a variável **Eficiência**. Assim, neste ponto o aumento da eficiência da operação, provoca também, paralelamente, a redução dos custos da operação e um aumento instantâneo na capacidade de **movimentação de cargas**, e esse aumento da movimentação de cargas reflete em um aumento imediato no **lucro na operação**. Assim, um maior **lucro na operação** também reflete imediatamente em um maior **retorno sobre o investimento** e assim, sucessivamente, também reflete imediatamente em um aumento do **investimento privado**, que também realimenta o sistema.

Ao olhar por outro ponto de vista, no Enlace R3 encontra-se outra variável central desencadeadora das relações circulares do diagrama do cenário real projetado, que é a variável **Investimento Público**. Assim, um aumento do **investimento público** provoca um aumento, com atraso, nos investimentos na **infraestrutura e modernização** do sistema portuário nacional. O atraso também é devido pela magnitude e pelo tempo necessário para execução das obras dos projetos de infraestrutura e modernização. Por conseguinte, o aumento na **infraestrutura e modernização** provoca um aumento quase que instantâneo na **eficiência** da operação. Aumentando–se a **eficiência** da Operação, aumenta-se instantaneamente a capacidade de **movimentação de carga**. Uma maior movimentação de carga ocasiona, instantaneamente, uma arrecadação maior de tributos nas operações portuárias que reflete em um aumento, com atraso, no **investimento público**; o atraso se deve ao fato de que um melhor resultado na arrecadação de impostos não reverte em investimentos obrigatórios (desde que não

sejam vinculados), sendo que caberá o governo decidir onde os mesmos serão investidos, o que também realimenta o sistema.

3.3 QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para retratar o modelo proposto, algumas premissas foram necessárias. Utilizaram-se séries históricas de várias bases de dados entre os anos de 2014 a 2017 (ano atual) referentes aos portos nacionais, visto que a nova Lei dos Portos foi promulgada em 05 de junho de 2013. O Quadro 5 abaixo apresenta as equações utilizadas no modelo computacional.

Quadro 5: Equações do Modelo Computacional.

Variável	Significado	Equações
Investimento Privado	Volume de Investimentos Privados no Setor Portuário no período	**Investimento_Privado = GRAPH(TIME+Retorno_do_Investimento)** (2014,00, 8267370000), (2015,00, 3111840000), (2016,00, 5042540000), (2017,00, 3681570000), (2018,00, 5025830992), (2019,00, 4215445178), (2020,00, 4491346542), (2021,00, 4353548178), (2022,00, 4521542772), (2023,00, 4395470655), (2024,00, 4440477024), (2025,00, 4427759645), (2026,00, 4446312512), (2027,00, 4427504959), (2028,00, 4435513535), (2029,00, 4434272663), (2030,00, 4435900917), (2031,00, 4433298018), (2032,00, 4434746283), (2033,00, 4434554470), (2034,00, 4434624922)
Investimento Público	Volume de Investimentos Públicos no Setor Portuário no período	**Investimento_Público = GRAPH(TIME+Taxa_de_Movimentação_de_Cargas)** (2014,00, 336960000), (2015,00, 526220000), (2016,00, 650690000), (2017,00, 397510000), (2018,00, 477845000), (2019,00, 513066250), (2020,00, 509777812), (2021,00, 474549765), (2022,00, 493809707), (2023,00, 497800883), (2024,00, 493984542), (2025,00, 490036224), (2026,00, 493907839), (2027,00, 493932372), (2028,00, 492965244), (2029,00, 492710420), (2030,00, 493378969), (2031,00, 493246751), (2032,00, 493075346), (2033,00, 493102871), (2034,00, 493200984)
Infraestrutura e Modernização	Volume de Investimentos Públicos e Privados em	**Infraestrutura_e_Modernização = GRAPH(TIME)** (2014,00, 195764410), (2015,00, 226596068), (2016,00,

	Infraestrutura e Modernização no Setor Portuário no período	128746325), (2017,00, 183702267), (2018,00, 179681553), (2019,00, 164043382), (2020,00, 175809068), (2021,00, 173178001), (2022,00, 171010150), (2023,00, 173332406), (2024,00, 172506853), (2025,00, 172283136), (2026,00, 172707465), (2027,00, 172499151), (2028,00, 172496584), (2029,00, 172567734), (2030,00, 172521156), (2031,00, 172528156), (2032,00, 172539127), (2033,00, 172529592), (2034,00, 172532292)
Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização	Taxa de Investimentos Públicos e Privados em Infraestrutura e Modernização no Setor Portuário no período	**Taxa_de_Investimentos_em_Infraestrutura_e_Modernização =** Infraestrutura_e_Modernização/(Investimento_Privado+Investimento_Público)
Taxa de Investimento em Infraestrutura e Modernização Acumulada	Taxa Acumulada de Investimentos Públicos e Privados em Infraestrutura e Modernização no Setor Portuário no período	**Taxa_de_Investimento_em_Infraestrutura_e_Modernização_Acumulada(t)** = Taxa_de_Investimento_em_Infraestrutura_e_Modernização_Acumulada(t - dt) + (Taxa_de_Investimentos_em_Infraestrutura_e_Modernização) * dt
Prancha Média no Período	Distribuição Triangular com os valores das pranchas médias no período	**Prancha_Média_no_Período =** TRIANGULAR(1824,9;1916,1;1974;0,853989461)
Eficiência	Projeção da Prancha Média Anual para os próximos anos	**Eficiência = Prancha_Média_no_Período+(Prancha_Média_no_Período* Taxa_de_Investimento_em_Infraestrutura_e_Modernização_Acumulada)**
Taxa de Eficiência	É o índice de eficiência anual calculado	**Taxa_de_Eficiência =** (Eficiência/Prancha_Média_no_Período)-1
Movimentação de Cargas	Total da movimentação de cargas no período	**Movimentação_de_Cargas** = ((Taxa_de_Eficiência+Tipo_de_Carga)*Movimentação_Total_de_Cargas_em_2013)+Movimentação_Total_de_Cargas_em_2013
Movimentação Total de cargas em 2014	Valor da Movimentação total de Cargas em 2014 como valor inicial para a projeção	**Movimentação_Total_de_Cargas_em_2013 =** 929351411,15

	dos valores anuais	
Tipo de Carga	Variação do tipo de carga movimentada nos terminais Brasileiros após a nova legislação portuária	**Tipo_de_Carga** = TRIANGULAR(0,000146341;0,0104681970;0,0871738215;0,853989461)
Taxa de Movimentação de Cargas	Conversão da medida monetária em Percentual	**Taxa_de_Movimentação_de_Cargas** = (Movimentação_de_Cargas/Movimentação_Total_de_Cargas_em_2013)-1
Custo da Operação	Custo da Operação Portuária nos Portos Brasileiros	**Custo_da_Operação** = (TRIANGULAR(-2,4216;0,0029;0,8299;0,853989461)* Eficiência)/Eficiência
Lucro da Operação	Lucro da Operação Portuária nos Portos Brasileiros	**Lucro_da_Operação =** ((Movimentação_de_Cargas*TRIANGULAR(-4,9770;-0,1605;2,9784; 0,85398946))/Movimentação_de_Cargas)-Custo_da_Operação
Retorno do Investimento	Retorno sobre investimentosn os Portos Brasileiros	**Retorno_do_Investimento =** Lucro_da_Operação+TRIANGULAR(-2,4273;0,4490;7,2338;0,853989461)

Os valores utilizados nas variáveis **Investimento Público** e **Investimento Privado** foram retirados do Anuário Estatístico de Transportes (MTPA, 2017). Para o período de projeção dos cenários através da simulação computacional, por se tratar de uma base histórica curta que não apresentou tendência, foi utilizado o método de médias móveis simples. A técnica de média móvel consiste em calcular a média aritmética das k observações mais recentes, ou seja, denota-se K como sendo o comprimento da média. O modelo da média móvel simples é o mais elementar dentre os modelos de previsão quantitativos e deve ser aplicado apenas para observações que não apresentem tendência ou sazonalidade (PEINADO; GRAEML, 2007).

Os valores da variável **Infraestrutura e Modernização** foram retirados do somatório dos valores dos instrumentos de outorga para ampliações de terminais já existentes, assinados após a promulgação da nova Lei até a data de 18 de julho de 2017

(BRASIL, 2016). Também foi utilizado o método de médias móveis para projetar os cenários no período da simulação computacional.

Já a variável **Taxa de Investimentos em Infraestrutura e Modernização** é uma variável de conversão dos valores monetários em índices e foi calculada dividindo-se os valores investidos em infraestrutura e modernização pela soma dos valores totais dos investimentos públicos e privados para com isso obter-se o índice da relação entre as variáveis. Por conseguinte, a variável **Taxa de Investimento em Infraestrutura e Modernização Acumulada**, apresenta os valores acumulados dos índices no período de projeção da simulação computacional.

Para a variável **Prancha Média no Período,** o método que melhor se encaixou foi uma distribuição triangular com os valores médios anuais de prancha em toneladas/hora de todos os portos nacionais no período analisado. Esses dados foram coletados no sítio eletrônico da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2017).

A variável **Eficiência** foi quantificada com os valores das toneladas da prancha média anual dos portos nacionais e assume-se uma relação diretamente proporcional de seu crescimento ao crescimento do índice calculado pela variável **Taxa de Investimento em Infraestrutura e Modernização**. Assim, a variável **Eficiência** seria medida pela variação das toneladas movimentadas por hora ao ano.

A variável **Taxa de Eficiência** é uma variável de conversão das medidas em toneladas para índices e foi quantificada para achar o índice de crescimento anual da variável **Eficiência**, já que a mesma estava em toneladas/horas e não em valores percentuais.

A variável **Movimentação de Cargas** representa a projeção do montante de cargas movimentadas pelos portos nacionais por ano. Para a validação do modelo computacional, utilizou-se a movimentação total de cargas do ano de 2013, adicionados as variações das variáveis **Eficiência** e **Tipo de Carga** que afetam diretamente a mesma.

A variável **Movimentação Total de cargas em 2013** é o valor da movimentação total de cargas em 2013 como valor inicial para a projeção dos valores anuais da simulação computacional.

Para a variável **Tipo de Carga**, utilizou-se uma distribuição triangular através da quantificação do acréscimo percentual de movimentação de cargas de terceiros após a promulgação da nova Lei dos Portos, tendo em vista que a mesma retirou a segmentação de cargas, de modo que, hoje em dia, os terminais podem mover suas próprias cargas e cargas de terceiros. Para o cálculo, foi analisado se houve movimentações de novos perfis de carga a partir de 2014, em 171 dos 180 terminais de usos privativo - TUP e em 29 dos 37 portos públicos, num total de 200 instalações portuárias do Brasil entre o período de 2010 a 2017. A análise dividiu-se em dois períodos por perfil de carga movimentada, sendo os perfis de carga movimentadas no primeiro período de 2010 a 2013 e os novos perfis de cargas movimentadas no segundo período de 2014 a 2017.

A variável **Taxa de Conversão do Aumento na Movimentação de Cargas** é uma variável de conversão das medidas em toneladas para índices e foi quantificada para obter o índice de crescimento anual da variável **Movimentação de Cargas**, já que a mesma estava em toneladas e não em valores percentuais, o que facilita a análise de sua variação.

Para quantificar as variáveis **Custo da Operação**, a **Lucro da Operação (EBITDA)** e a **Retorno de Investimento (ROA)**, retirou-se os dados das demonstrações contábeis 30 instalações portuárias nacionais. Estas instalações respondem a aproximadamente 40% de toda movimentação portuária nacional. O método de amostra utilizado foi o de amostragem por conveniência, já que foram as únicas instalações portuárias que conseguimos ter acesso aos dados contábeis pelos seus sítios eletrônicos na internet. Amostragem por conveniência é um método não probabilístico onde os casos escolhidos são os que o pesquisador tem a sua disposição (Carmo e Ferreira, 2008).

3.4 RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS DO SISTEMA

As interações que ocorrem no sistema podem ser explicadas através dos enlaces. Essas relações podem ser positivas ou negativas, e ainda possuir relação de instantaneidade ou atraso.

No Enlace R1 – Reforçador identificou-se a existência de seis variáveis dependentes que são responsáveis pela formação da relação circular. A variável **Investimento Privado** é a variável central desencadeadora de toda a cadeia, sendo o elo de início e fim entre as relações.

No Enlace R2 – Reforçador identificou-se a existência de seis variáveis dependentes que são responsáveis pela formação da relação circular. A variável **Investimento Privado** é a variável central desencadeadora de toda a cadeia, sendo o elo de início e fim entre as relações.

No Enlace R3 – Reforçador identificou-se a existência de quatro variáveis dependentes que são responsáveis pela formação da relação circular. A variável **Investimento Público** é a variável central desencadeadora de toda a cadeia, sendo o elo de início e fim entre as relações.

4. VALIDAÇÃO E ANÁLISE DE CENÁRIOS

4.1 VALIDAÇÃO DO MODELO

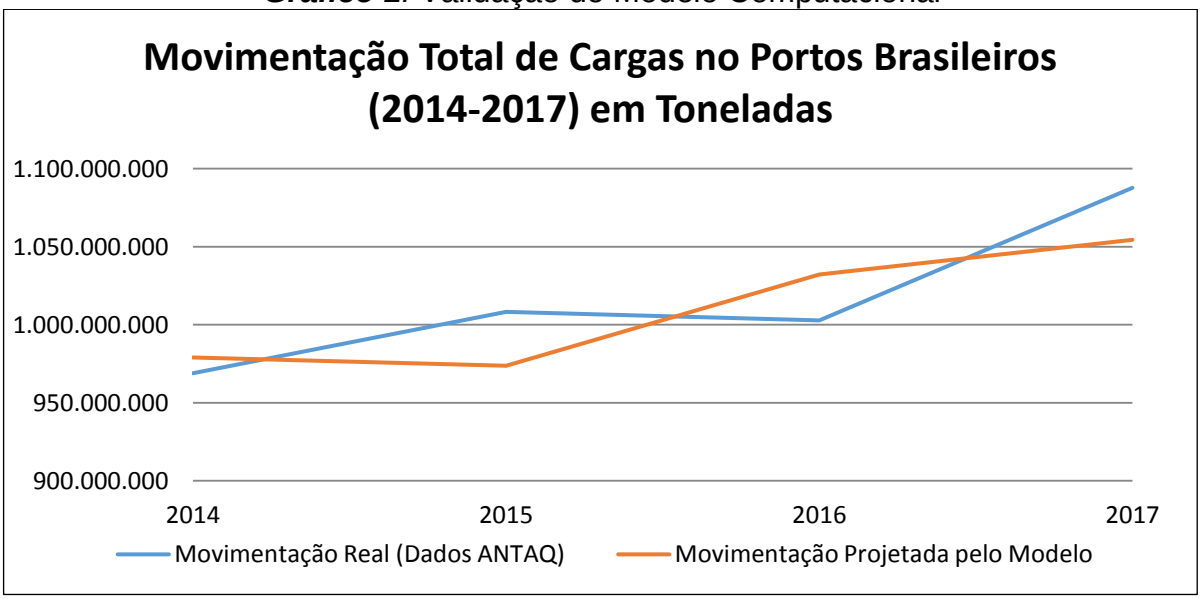
Nesta etapa do estudo, buscou-se comprovar a veracidade e confiabilidade dos resultados obtidos no modelo computacional. O método utilizado para validar o modelo foi o de comparação dos resultados da simulação computacional com os dados reais do setor portuário, obtidos na base de dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários – ANTAQ.

O Quadro 6 e o Gráfico 1 mostram os resultados da simulação do modelo proposto através do software *iThink Architecture* e os dados reais da movimentação de cargas no Brasil no período de 2014 a 2017, obtidos da ANTAQ.

***Quadro 6**:* Validação do Modelo Computacional

Movimentação Total de Cargas nos Portos Brasileiros (2014-2017) em Toneladas		
	Movimentação Projetada pelo Modelo	**Movimentação Real (Dados ANTAQ)**
2014	979.033.787,71	968.881.663,82
2015	973.658.468,44	1.008.304.646,19
2016	1.032.202.438,88	1.002.832.038,72
2017	1.054.332.422,94	1.087.806.866,27

***Gráfico 1**:* Validação do Modelo Computacional



Dentre os resultados obtidos, destaca-se que a variação média anual da movimentação real de cargas foi de **4,1612%** e a variação média anual do modelo computacional projetado no mesmo período foi de **3,7450%**, e o erro médio do modelo projetado para o resultado real da movimentação de cargas no Brasil no período ficou em **|-0,63%|**, resultados estes, que validam o modelo computacional.

4.2 ANÁLISE DE CENÁRIOS

Nesta parte do estudo, foi realizada por meio da simulação computacional a projeção de possíveis cenários, a fim de identificar e analisar resultados futuros sobre o crescimento do setor portuário brasileiro. Como o modelo já havia sido validado conseguiu-se viabilizar essa análise futura, gerando projeções de variáveis semelhantes ao sistema real que sustentarão os resultados.

Como a projeção de cenários de longo prazo é uma ferramenta importante para avaliar eventos futuros, foram analisados três possíveis cenários de crescimento do setor portuário brasileiro no período 2018-2038. O crescimento do setor portuário brasileiro, como de qualquer país, depende de investimentos tanto do setor público como do setor privado. Assim, na análise utilizou-se a taxa estimada de crescimento do Produto Interno Bruto – PIB do Brasil como índice para projetar o crescimento dos investimentos públicos e privados no setor portuário ao longo dos 20 anos, já que as mesmas são as variáveis centrais desencadeadoras das relações circulares.

Os três cenários estabelecidos para compor a análise juntamente com a projeção do modelo foram: **Otimista** com uma taxa de crescimento estimada em 4% ao ano; **Conservador** com uma taxa de crescimentos estimada de 2,2% ao ano; e, **Pessimista** com uma taxa estimada de crescimento de 0,5% ao ano. Estes valores percentuais de projeção do PIB foram retirados da Carta de Conjuntura nº 41 – 4º Semestre de 2018, onde o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA emite uma Nota Técnica “Cenários macroeconômicos para o período 2020-2031”.

O Quadro 7 apresenta os resultados da simulação projetada dos três cenários em quantidade total de movimentação de cargas no Brasil para o período de 2018 a 2038.

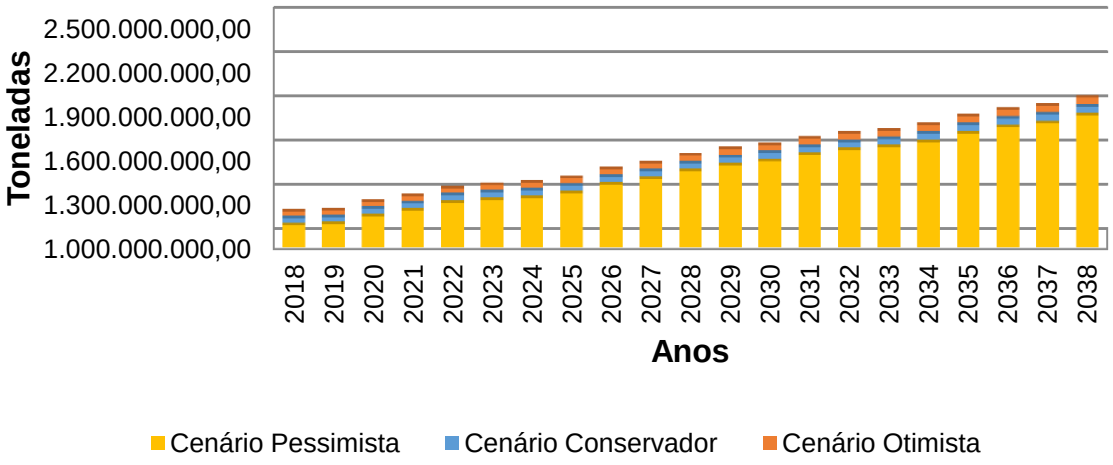
***Quadro 7**:* Projeção do Crescimento da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038

	Cenário Pessimista	Cenário Conservador	Cenário Otimista
2018	1.145.960.143,61	1.145.960.143,61	1.145.960.143,61
2019	1.153.769.387,70	1.154.426.071,65	1.155.121.384,06
2020	1.209.614.990,38	1.210.884.009,96	1.212.227.678,27
2021	1.246.910.767,84	1.248.837.621,05	1.250.877.831,01
2022	1.299.880.818,93	1.302.460.208,98	1.305.191.330,42
2023	1.319.414.278,80	1.322.633.436,41	1.326.041.956,12
2024	1.333.080.992,44	1.336.950.043,68	1.341.046.689,30
2025	1.362.809.624,04	1.367.326.888,33	1.372.109.881,21
2026	1.421.455.349,91	1.426.609.517,82	1.432.066.874,79
2027	1.460.079.965,95	1.465.882.048,39	1.472.025.432,48
2028	1.514.838.398,56	1.521.287.933,45	1.528.116.856,90
2029	1.554.786.194,86	1.561.883.100,26	1.569.397.475,27
2030	1.582.703.710,21	1.590.448.212,51	1.598.648.277,10
2031	1.623.090.302,70	1.631.482.227,00	1.640.367.797,52
2032	1.656.259.520,63	1.665.298.909,12	1.674.870.030,32
2033	1.676.520.396,82	1.686.207.287,96	1.696.464.000,14
2034	1.711.591.758,65	1.721.926.102,87	1.732.868.353,35
2035	1.769.168.488,23	1.780.150.296,64	1.791.778.097,44
2036	1.812.235.474,23	1.823.864.746,83	1.836.178.097,94
2037	1.838.342.126,37	1.850.618.863,16	1.863.617.764,59
2038	1.893.608.375,65	1.906.532.576,63	1.920.217.028,38

Os resultados demonstraram um crescimento nos três cenários para os próximos 20 anos, O **Cenário Pessimista** apresentou um crescimento de 65,24% na movimentação de total de cargas dos portos brasileiros até 2038, chegando neste mesmo ano a um volume estimado pelo modelo em aproximadamente em 1.89 bilhões de toneladas; o **Cenário Conservador** já apresentou um crescimento um pouco maior de 66,37% e um volume estimado em 2038 de aproximadamente 1.9 bilhões toneladas; e no **Cenário Otimista** o crescimento chegou a 67,56%, com um volume estimado também para 2038 de 1.92 bilhões de toneladas.

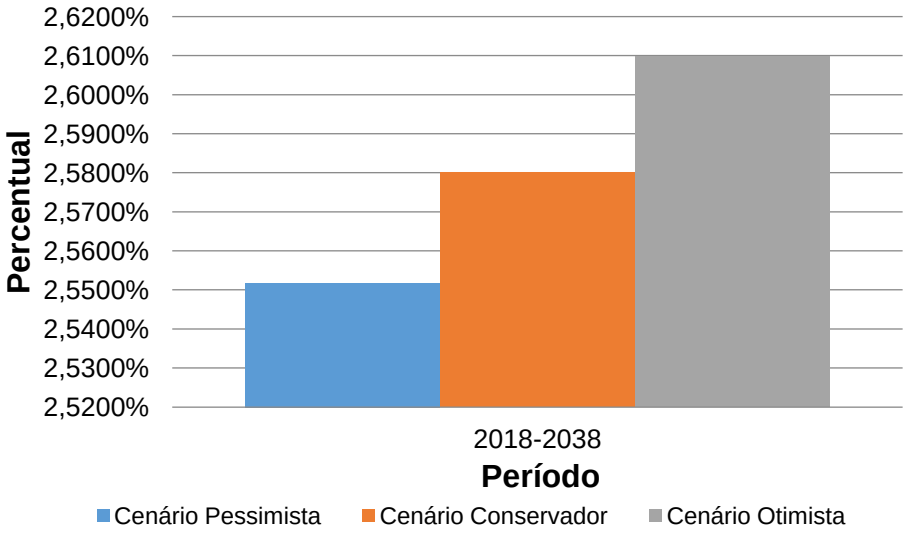
O Gráfico 2 ilustra também esse crescimento projetado para os próximos 20 anos. Nota-se uma pequena variação entre as projeções dos três cenários, o que demonstra que apenas o crescimento esperado da economia não é suficiente para alavancar a movimentação de cargas do setor portuário brasileiro a níveis mundiais. A China, por exemplo, movimentou em 2017, 14,01 bilhões de toneladas de cargas em seus portos nacionais (GREENFIELD, 2017).

Gráfico 2: Projeção da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038



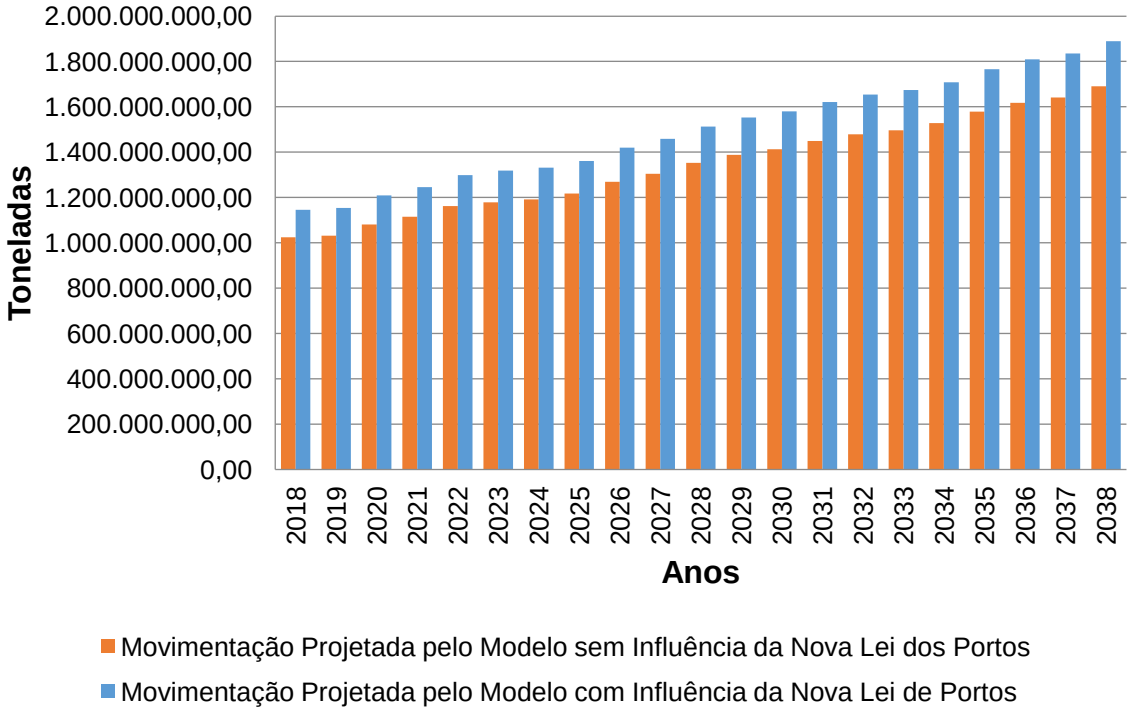
Os resultados da projeção do modelo computacional ainda demonstram um crescimento médio anual da movimentação de cargas nos portos brasileiro para os três cenários projetados. Para os cenários Pessimista, Conservador e Otimista a taxa média anual de crescimento da movimentação de cargas ficou em torno de 2,55% ao ano, 2,58% ao ano e 2,61% ao ano, respectivamente. O Gráfico 3 demostra esta diferença percentual.

Gráfico 3: Taxa Média Anual de Crescimento da Movimentação Total de Cargas no Brasil no Período 2018-2038



Além destes resultados, o modelo computacional validado ainda proporcionou a oportunidade de fazer outras análises. Por exemplo, no período de análise do estudo (2014-2017), ou seja, após a promulgação da nova Lei do Portos, foram criados 47 novas instalações portuárias que movimentaram cargas nesse mesmo período no volume de 111.568.177 milhões de toneladas e 24 instalações portuárias já existentes passaram a movimentar novos perfis de carga, no volume de 3.400.862 milhões de toneladas, totalizando um volume de 114.969.039 milhões de toneladas de novas movimentações de cargas nos portos brasileiros. Admitindo que essas novas movimentações só foram possíveis graças a promulgação da nova Lei do Portos (Lei 12.815/13), e que, assim, o resultado real da movimentação de cargas nos portos brasileiros em 2017 fosse 114.969.039 milhões de toneladas menor, pode-se fazer um comparativo de projeção para os próximos 20 anos do crescimento da movimentação de cargas do setor portuário brasileiro com e sem influência da nova Lei para comparar os seus impactos. O Gráfico 4 abaixo demostra os resultados desta comparação.

Gráfico 4: Comparação da Influência da Lei 12.815/13 (Nova Lei de Portos) nas Projeções da Movimentação Total de Cargas dos Portos Brasileiros no período de 2018-2038, em Toneladas.



O gráfico demostrou ainda diferença média no volume anual de movimentação de cargas entre as duas projeções é de 166.704.337,94 milhões de toneladas, totalizando nos 20 anos um voluma total de 3.334.086.758,72 bilhões de toneladas. Fica claro que a promulgação da Lei 12.815/93 trouxe e continuará trazendo um crescimento no setor portuário brasileiro como um todo.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1 CONCLUSÕES

Este trabalho teve como o objetivo principal avaliar a nova regulamentação do setor portuário brasileiro, utilizando uma abordagem de Dinâmica de Sistemas, para verificar se ocorreu e/ou está ocorrendo um crescimento do setor.

Assim, identificaram-se conceitos e fundamentos necessários para o desenvolvimento da pesquisa através de uma revisão teórica em livros, revistas e artigos que versavam sobre o tema propostos.

Analisou-se o mapa sistêmico da nova legislação portuária brasileira e identificaram-se quais variáveis tinham confiabilidade de informação e podiam ser quantificáveis. Para realização desta etapa buscou-se bases de dados existentes de cada variável utilizada no mapa sistêmico. Além disso, procurou-se analisar se essas bases de dados tinham disponibilidade de informações e se essas informações eram confiáveis, ou seja, se provinham de fontes oficiais ou dos próprios portos.

Selecionadas as variáveis que continham base de dados e informações confiáveis e levantou-se os seus indicadores. O objetivo dessa fase também foi atingido utilizando-se anuários estatísticos do Setor, boletins informativos, estatísticas, dentre outros documentos encontrados na base de dados do governo federal além de demonstrações contábeis dos próprios portos. Todos os dados encontrados foram trabalhados para gerar as informações necessárias para a outra etapa do estudo que foi a implantação desses indicadores no *software* de dinâmica de Sistemas *iThink Architecture* da *Isee Systems*.

Após, através da modelagem computacional com a implantação dos indicadores das variáveis no *software* gerou-se um diagrama do sistema portuário brasileiro, onde seu comportamento pode ser analisado ao longo do período proposto.

O objetivo da penúltima etapa do estudo foi atingido com a validação do modelo através do método de comparação de resultados do modelo computacional com os resultados reais do setor portuário nacional, onde o erro encontrado foi de |-0,63%|.

Por fim, a última etapa do estudo teve o objetivo de analisar possíveis cenários e seus resultados através da projeção computacional do modelo. Os objetivos foram atingidos com os resultados encontrados nas projeções dos diferentes cenários que responderam a questão de pesquisa demostrando que a Lei 12.815/13 (a Nova Lei de Portos), trouxe e vai continuar trazendo um crescimento para o setor portuário brasileiro.

A utilização da abordagem da dinâmica de sistemas demonstrou ser adequada para modelos holísticos que se utilizam de sistemas de *feedback's* para resolução de problemas complexos.

5.2 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Sugere-se a aplicação do modelo com a ampliação da base de dados, uma vez que, a Lei 12.815/13 ainda é uma legislação recente e sua série histórica de dados acabou sendo curta, o que permitirá uma revisão do modelo e as adequações que se fizerem necessárias.

Sugere-se também, utilizar a modelagem dinâmica para analisar os impactos das mudanças nas legislações de outros países e o desenvolvimento de seus setores portuários para compara-los com o desenvolvimento do setor portuário brasileiro.

Aplicações futuras nas áreas de transportes, independente do modo, podem utilizar-se da modelagem dinâmica para análise da demanda, do desenvolvimento, da concorrência, do preço, da logística dentre outras, juntamente com as mudanças de seus fatores relacionados a política, comportamentos, economia, educação, desenvolvendo novas propostas de aplicações e ampliando cada vez mais o campo de atuação.

6. REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. L.; SELEME, A.; RODRIGUES, L. H. SOUTO, R**. Pensamento Sistêmico Caderno de Campo**: o desafio da mudança sustentada nas organizações e na sociedade. Porto Alegre: Bookman, 2006.

ANTAQ, **Agência Nacional de Transportes Aquaviários**. 2018. disponível em http://portal.antaq.gov.br/. Acesso em: 18 Mar 2018.

ARROWSMITH, D.K., PLACE, C.M., **Introduction to dynamical systems**, Cambridge University Press, Cambridge, 1994.

BAIRD, A. J. Port privatization: Objectives, extent process an the U.K. experience. **International Journal of Maritime Economics** , 2(3), 177-194,2000.

BALTAZAR, R., & BROOKS, M. R**. The governance of port devolution** : A tale of two coutries. World conference on transportaton research. Seoul, 2001.

BARBOSA, Fabiana de Oliveira. **Análise do arranjo institucional do setor portuário conforme a lei nº 12.815/2013 e seus impactos na regulação de arrendamentos operacionais**. 2016. 107 f. Dissertação (Mestrado em Transportes). Universidade de Brasilia. Brasília.

BARLAS, Yaman. 5.12 **System Dynamics**: Systemic feedback modeling for policy analysis. System Dynamics, p. 1-68, 2009.

BERIA, Paolo; PONTI, Marco; RAMELLA, Francesco. Introduction: Economic regulation of transport infrastructure, theory and practices. **Transport Policy**, n. 41, p. 1-4, 2015.

Brasil. Lei nº 8.630, de 25 de fevereiro de 1993 (1993). **Dispõe sobre o regime jurídico da exploração dos portos organizados e das instalações portuárias e dá outras providências. (LEI DOS PORTOS**). disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8630.htm. Acesso em: 24 ago 2017.

Brasil. Lei nº 9.277, de 10 de maio de 1996 (1996). **Autoriza a União a delegar aos municípios, estados da Federação e ao Distrito Federal a administração e exploração de rodovias e portos federais.** disponível em http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/LEIS/L9277.htm. Acesso em: 24 ago 2017.

Brasil. Medida Provisória nº 595, de 6 de dezembro de 2012 (2012**). Dispõe sobre a exploração direta e indireta, pela União, de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários, e dá outras providências**. disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Mpv/595.htm. Acesso em: 24 ago 2017, http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/Mpv/595.htm

Brasil. Lei nº 12.815, de 5 de junho de 2013 (2013). **Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as**

atividades desempenhadas pelos operadores portuários, e dá outras providências. disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12815.htmhttp://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm. Acesso em: 24 ago 2017.

BRASIL, **Portos do Brasil**, 2016. disponível em Portos do Brasil: http://www.portosdobrasil.gov.br. Acesso em: 08 Jan 2017,

BRASIL, **Portos do Brasil**, 2016. disponível em Portos do Brasil: http://www.portosdobrasil.gov.br/assuntos-1/investimentos/terminais-de-uso-privado. Acesso em: 08 Jan 2017.

BROOKS, Mary R. **The governance structure of ports**. Review of Network Economics, v. 3, n. 2, 2004.

BROOKS, M.R.,& CULLIANANE, K. Governance Models Defined – Port Governance anda Port Perfomance. Research in **Transportation Economics**, 17, 2007.

BUENO, Ivan. **Portos movimentam 4,7% mais cargas até junho** - Jornal do Comércio (http://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2017/08/cadernos/jc_logistica/580104-portos-movimentam-4-7-mais-cargas-ate-junho.html). Acesso em: 28 Jun. 2018.

CAMPOS, Diógenes; ISAZA, J. F. **Prolegómenos a los sistemas dinámicos**. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2002.

CARMO, Hermano; FERREIRA, Manuela. **Metodologia da Investigação**–Guia para Auto-aprendizagem (2ª edição). Lisboa: Universidade Aberta, p. 215, 2008.

CASTILLO-MANZANO, José I. et al. Evaluating the effects of the latest change in Spanish port legislation: Another “turn of the screw” in port reform?. Case Studies on **Transport Policy**, v. 4, n. 2, p. 170-177, 2016.

CASTILLO-MANZANO, José I.; LÓPEZ-VALPUESTA, Lourdes; PÉREZ, Javier J. Economic analysis of the Spanish port sector reform during the 1990s. **Transportation Research Part A: Policy and Practice**, v. 42, n. 8, p. 1056-1063, 2008.

CHAPMAN, J. **An Introduction to “Systems”**, 2013.

FERNANDES, Luiza R., **Mapa Sistêmico da Nova Legislação Portuária – Lei n. 12.815/2013**. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Porgrama de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

FERRARI, Claudio; PAROLA, Francesco; TEI, Alessio. Governance models and port concessions in Europe: Commonalities, critical issues and policy perspectives. **Transport Policy**, v. 41, p. 60-67, 2015

FREZZA, Conrado da Silveira. **A nova Lei dos Portos e os modelos de concessões e de agências reguladoras: mecanismos para a garantia do interesse público**. 2016.

FORRESTER, Jay W. **Industrial Dynamics**. A major breakthrough for decision makers. Harvard business review, v. 36, n. 4, p. 37-66, 1958.

GREENFIELD, Marlene. **Volume of handled goods in China from 2008 to 2017**, by port type (in billion metric tons). 2017. Disponível em: https://www.statista.com/statistics/258323/volume-of-handled-goods-in-chinese-seaports-and-river-ports/. Acesso em: 01 Jan 2018.

ISEE SYSTEMS. User Guide. **Getting Started with iThink and Stella.** Disponível em < http://static1.1.sqspcdn.com/static/f/64551/22912839/1371220918343/Getting+Started+with+iThink+and+STELLA.pdf?token=Nq5pjTmPFzgHFM3J1TGoLkKio1c%3D>. Acesso em: 26 Set 2017.

MAXIMIANO, Antonio C. A. **Teoria Geral da Administração**: da revolução urbana a revolução digital. São Paulo: Atlas, p. 305, 2006.

MDIC (2018). Exportações Brasileiras Crescem Acima da Média Mundial. Brasil, Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Disponível em http://www.mdic.gov.br/index.php/noticias/3223-exportacoes-brasileiras-crescem-acima-da-media-mundial. Acesso em: 25 Jun. 2018.

MTPA (2017) **Anuário Estatístico de Trasnportes** (2010-2017). Disponível em http://www.transportes.gov.br/images/BIT_TESTE/Publica%C3%A7oes/anuario_estatistico_transportes_2010_2017.pdf. Acesso em: 25 Ago. 2017.

MOTTA, Laura Braga; DE SOUSA, Stanley França; DO NASCIMENTO, Marcus Vinicius. **Análise da lei 12.815/13 segundo a ótica dos trabalhadores e operadores portuários com foco no porto de Santos**. 2015

MUSSO, Antonio; PICCIONI, Cristiana; VAN DE VOORDE, Eddy. Italian seaports' competition policies: Facts and figures. **Transport Policy**, v. 25, p. 198-209, 2013.

NÚÑEZ-SÁNCHEZ, Ramón; COTO-MILLÁN, Pablo. The impact of public reforms on the productivity of Spanish ports: A parametric distance function approach. **Transport Policy**, v. 24, p. 99-108, 2012.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da produção. **Operações industriais e de serviços.** Unicenp, 2007.

PERKO, L. **Differential equations and dynamical systems**, Springer-Verlag, New York, NY, 1991.

RODRÍGUEZ-ÁLVAREZ, Ana; TOVAR, Beatriz. Have Spanish port sector reforms during the last two decades been successful? A cost frontier approach. **Transport Policy**, v. 24, p. 73-82, 2012.

SENGE, P. A **Quinta Disciplina, Teoria e Prática da Organização de Aprendizagem**. São Paulo: Best Seller, 2006.

SHEPHERD, S. P. A review of system dynamics models applied in transportation. **Transportmetrica B: Transport Dynamics**, v. 2, n. 2, p. 83-105, 2014.

STERMAN, J.D.. **System Dynamics Modeling: Tools for learning in a complex world. Califórnia managemen**t reviews, 43-4, 2001.

TONOLLI, Fernanda Massita et al. AS IMPLICAÇÕES DA LEI Nº 12.815/2013 NA GOVERNANÇA DO SETOR PORTUÁRIO BRASILEIRO PELA ÓTICA DOS USUÁRIOS. **Revista Gestão Industrial**, v. 11, n. 1, 2015.

TRUJILLO, Lourdes; GONZÁLEZ, María Manuela; JIMÉNEZ, Juan Luis. An overview on the reform process of African ports. **Utilities Policy**, v. 25, p. 12-22, 2013.

VIEIRA, Guilherme Bergmann Borges; KLIEMANN NETO, Francisco José; AMARAL, Fernando Gonçalves. Governance, governance models and port performance: A systematic review. **Transport Reviews**, v. 34, n. 5, p. 645-662, 2014.

ZHENG, Shiyuan; NEGENBORN, Rudy R. Centralization or decentralization: A comparative analysis of port regulation modes. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 69, p. 21-40, 2014.

YUAN, H. P. et al. A model for cost–benefit analysis of construction and demolition waste management throughout the waste chain. **Resources, conservation and recycling**, v. 55, n. 6, p. 604-612, 2011.

YUAN, Hongping. **A model for evaluating the social performance of construction waste management**. Waste management, v. 32, n. 6, p. 1218-1228, 2012.