

1º CONGRESSO INTERNACIONAL DE DINÂMICA DE NEGÓCIOS

SBDS - 2006

A INDÚSTRIA MARÍTIMA MUNDIAL: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA DA DINÂMICA DE SISTEMAS

Joaquim Rocha dos Santos (jrsantos@usp.br)

Marcelo Ramos Martins (mrmartin@usp.br)

Marcus Sá da Cunha (marcussa@usp.br)

Departamento de Engenharia Naval e Oceânica
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

RESUMO

No momento em que o Brasil pretende revitalizar sua indústria de construção naval, surgem várias perguntas e dúvidas de como a indústria marítima se comporta e qual será sua reação em futuro próximo. Não há respostas óbvias para tais perguntas, uma vez que esta indústria tem um comportamento complexo. Por esta razão, seria útil que houvesse alguma ferramenta que auxiliasse os tomadores de decisão a compreender sua dinâmica. O propósito deste trabalho é apresentar um modelo formal da indústria marítima mundial por meio de uma ferramenta de simulação que pode auxiliar na compreensão do comportamento dinâmico de sistemas complexos, a Dinâmica de Sistemas. Introduzida nos Estados Unidos, no final da década de 1950, pelo Professor Jay W. Forrester, esta ferramenta ainda é pouco difundida no Brasil. Para atender ao propósito, será apresentada uma descrição da indústria marítima mundial; serão apresentados alguns conceitos fundamentais de Dinâmica de Sistemas; será desenvolvido um modelo dinâmico simplificado, e por fim, serão apresentados e discutidos alguns resultados. Ao final conclui-se que o modelo apresentado tem um comportamento coerente com a realidade, levando a crer que a Dinâmica de Sistemas pode ser uma ferramenta adequada para a análise e compreensão da dinâmica desta indústria.

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta resultados preliminares de uma pesquisa, ora em desenvolvimento no Departamento de Engenharia Naval da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, sobre o comportamento dinâmico da indústria marítima mundial.

O mundo passa por uma fase de grande crescimento econômico, com países importantes como a China mantendo taxas de crescimento da ordem de 10% ao ano. Tal crescimento, aliado à globalização, vem aumentando comércio entre os países e, conseqüentemente, a necessidade por transporte marítimo, o que ocasiona o aumento das taxas de frete. Com o incremento das taxas de frete o mercado se torna bastante atrativo, levando os armadores a tomar duas ações, uma no curto prazo e outra no médio prazo. No curto prazo, há um aumento da produtividade da frota, por meio do aumento da velocidade de operação e pela redução de navios em reparo ou fora de serviço¹. Se a situação favorável persiste por longo tempo, os armadores encomendam novos navios, o que tem se verificado atualmente. Como conseqüência deste aumento de encomendas por novos navios, os estaleiros estão operando no máximo de sua capacidade e com suas carteiras repletas para os próximos anos.

O Brasil, tentando aproveitar esta fase de grande prosperidade, tenta revitalizar sua indústria de construção naval, que já foi a segunda maior do mundo. Tal revitalização está sendo viabilizada por uma encomenda da TRANSPETRO a estaleiros nacionais. Entretanto, há o outro lado da moeda. A indústria marítima mundial apresentou durante o século XX um comportamento cíclico, com períodos de grandes ganhos, seguidos por períodos de grandes perdas. Esse comportamento se reflete de maneira

¹ Neste trabalho os navios em reparo ou fora de serviço serão chamados indistintamente de navios inativos.

importante na indústria de construção naval, pelo aumento ou redução de encomendas de navios (STOPFORD, 1997).

O nível de atividade da economia mundial, principal agente gerador da necessidade de transporte de cargas, também apresenta um comportamento cíclico. Tal fenômeno é muito estudado e discutido por economistas que dividem esses ciclos de acordo com sua duração. Os ciclos mais conhecidos são: o de *Kitchin*, com duração de 3 a 4 anos; o de *Juglar* com duração de 6 a 8 anos; o de *Labrousse* com duração de 10 a 12 anos; o de *Kuznets*, com duração em torno de 20 anos; e o de *Kondratieff* com duração 50 anos ou mais.

Esse comportamento da indústria e da economia é uma questão que dificulta as decisões relativas ao mercado, pois não se pode precisar se quando todos esses navios ora em construção forem entregues, a economia mundial ainda estará crescendo e ainda haverá demanda para toda essa capacidade de transporte que está sendo gerada. Da mesma forma, fica a questão de se melhor construir agora ou esperar até que haja uma queda do mercado e os preços dos navios de segunda mão, seminovos, sejam muito inferiores aos praticados hoje.

A análise desse mercado não é simples devido a sua complexidade, onde diversos elementos se relacionam, interferem mutuamente entre si e apresentam um comportamento igualmente complexo. Ferramentas que auxiliem os tomadores de decisão a compreender quais os fatores que regem a dinâmica desse mercado seriam muito úteis para a compreensão desse contexto.

Este trabalho apresenta uma descrição da indústria marítima mundial e um modelo formal dessa indústria. A metodologia utilizada no processo de modelagem será a Dinâmica de Sistemas (*System Dynamics*) desenvolvida no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) a partir da meados da década de 1950 pelo Professor Jay W. Forrester. O modelo é mantido propositalmente simples para facilitar o entendimento por parte de leitores que não estão habituados, seja aos conceitos de Dinâmica de Sistemas, seja a indústria marítima.

É importante destacar que a Dinâmica de Sistemas não pretende chegar a resultados exatos, mas a resultados consistentes que revelem as razões por trás do comportamento dos sistemas complexos. Desta forma não se deve esperar que um modelo seja capaz de prever o futuro ou apresente resultados exatos. O grande mérito de uma simulação utilizando essa técnica é permitir a compreensão de como interagem e se comportam os elementos relevantes envolvidos nos processos.

2. O MERCADO MUNDIAL DE NAVEGAÇÃO

2.1 INTRODUÇÃO

Segundo LINEYS (2001), é conveniente que a descrição do sistema a ser modelado seja feita em termos causais. Dentre as referências analisadas, STOPFORD (1997), no primeiro capítulo, faz uma descrição abrangente do mercado mundial de navegação e RAFF (1960), no segundo capítulo, embora focado no segmento de navios-tanque, desenvolve alguns conceitos interessantes, aplicáveis, em sua maioria, à totalidade do mercado.

Este capítulo aborda os principais aspectos descritos por STOPFORD (1997, cap. 1) e por RAFF (1960, cap. 2). Será apresentada uma visão geral do mercado de navegação, cobrindo o sistema de transporte, a frota mercante, como o transporte é fornecido, a função dos portos, a organização das companhias de navegação e as influências políticas sobre o mercado.

2.2 O PAPEL ECONÔMICO DA INDÚSTRIA DE NAVEGAÇÃO

2.2.1 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DA NAVEGAÇÃO

Há mais de um século, a história da navegação foi marcada por grandes sucessos e igualmente grandes fracassos, gerando enormes riquezas e destruindo grandes fortunas em pouco tempo. Segundo Stopford (1997), uma análise sóbria desse mercado deve ser feita observando-se as leis da demanda (por transporte marítimo) e da oferta (de navios), pois isto é o que faz a taxa de frete subir ou descer. Raff (1960, pág. 11), apresenta um gráfico com a evolução da tonelage disponível e da tonelage utilizada

e afirma que neste gráfico “nós vemos o que se esconde atrás das taxas de frete².” Outro aspecto importante é que cada um de seus atores – armadores, despachantes de carga, agentes³, construtores e banqueiros – tem uma visão própria do mercado, cumprindo a tarefa importante de transportar anualmente mais de 5 bilhões de toneladas de carga.

Stopford (1997), afirma que o transporte marítimo é um espelho da atividade econômica global e seu estudo leva a uma análise da economia mundial. Com a evolução da economia global a navegação tem sido um elemento indutor do crescimento do comércio entre os continentes. Por outro lado, a importância econômica desse mercado gera interesses políticos que serão discutidos posteriormente.

2.2.2 A FUNÇÃO DO COMÉRCIO MARÍTIMO NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Adam Smith afirma que uma das forças mais importantes da economia é a divisão do trabalho e que a intensidade com que isso pode ser praticado depende do tamanho do mercado. Um negócio regional, sem ligações externas não pode atingir altos níveis de eficiência uma vez que um mercado de pequena dimensão restringe seu nível de especialização. Smith via a navegação como uma fonte de transporte barato com potencial para abrir maiores mercados, permitindo a especialização, fornecendo transporte para todos os produtos a preços inferiores dos atingidos por outros meios. Apesar da época em que foi publicada (1776), esta análise permanece correta até os tempos atuais. O desenvolvimento econômico foi de país a país pelas mãos do comércio marítimo. (SMITH, 2000, pág. 20)

O comércio marítimo tem maior potencial para abrir mercados que o terrestre; desta forma tem-se observado que é ao longo das costas dos países e de seus rios navegáveis que as indústrias se dividem e se desenvolvem. Somente após algum tempo esta especialização atinge o interior dos países. (SMITH, 2000) O argumento principal de Smith é que os navios são capazes de movimentar muito mais cargas do que as carruagens a cavalo e os trens. Tal afirmação se mantém verdadeira.

Algumas conclusões importantes podem ser tiradas desses pensamentos, que se afinam perfeitamente com Cho e Porter (1986): primeiro a navegação está intimamente relacionada ao crescimento econômico de um país; segundo a navegação é uma indústria intrinsecamente global; e terceiro, não há sentido em desenvolver uma indústria de construção naval para atender a necessidades regionais, pois ela não seria competitiva por falta de especialização. Desta forma, parece conveniente que nesta nova fase a indústria de construção naval brasileira procure ser competitiva internacionalmente.

2.2.3 DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS NA NAVEGAÇÃO

O mercado de navegação passou por duas grandes mudanças no século XX: uma no transporte de carga geral e outra no transporte de graneis. Durante os anos 60, o crescente volume de carga inviabilizou o sistema de manipulação de carga geral então empregado. Esse sistema tratava a carga de maneira individual, embalando uma a uma. As cargas passaram então a ser agrupadas em unidades padrão, contêineres ou paletes, o que proporcionou ganhos em economia, segurança, rapidez e facilitou a interface com os outros modais, facilitando a retirada da carga do navio e a sua colocação imediata em caminhões ou trens. Como consequência, no início da década de 1960, uma mercadoria transportada da Europa para os Estados Unidos poderia levar alguns meses para chegar, atualmente gastam-se apenas alguns dias. Em resumo, a nova forma de organizar a carga nos navios resolveu o problema fundamental deste setor da indústria e permitiu o desenvolvimento da economia global (STOPFORD, 1997, pág. 4).

A revolução no transporte de graneis é decorrente de uma nova abordagem para o tipo de operação, a qual tornou-se um elo na cadeia logística, onde a produtividade passou a ser o foco das atenções. Foram desenvolvidos sistemas de manuseio de carga de grande rapidez, que integravam o sistema de transporte como um todo. O custo de transporte a granel ficou tão reduzido que, em alguns casos tornou-se vantajoso importar certas matérias primas de países distantes do que comprá-las de fornecedores próximos, que transportam o material por vias terrestres. O escalonamento das dimensões dos navios tornou-se um elemento chave permitindo que o transporte de graneis passasse usufruir cada vez mais das economias de escala; no período de 1945 a 1995 os navios-tanque tiveram seu tamanho multiplicado por 20 vezes, e os navios de graneis secos por 10 a 15 vezes (STOPFORD, 1997, pág. 4).

² Do original em inglês: “we see what lies behind the freight rates”.

³ *Brokers* - intermediários

2.2.4 O CUSTO DO TRANSPORTE MARÍTIMO

Estes desenvolvimentos fizeram que o custo de transporte marítimo aumentasse pouco após 1950, deixando de acompanhar a evolução dos custos internacionais. De acordo com Stopford (1997, p.5), dentre outros exemplos, em 1950 o custo de transporte de carvão da costa leste dos EUA para o Japão era de aproximadamente 8 dólares por tonelada e, em 1996, subiu para 12,7 dólares por tonelada. Neste período o mercado de construção naval passou por sete ciclos, sendo que a média do custo de transporte foi de 10,9 dólares por tonelada.

Esse resultado, comparado com os de outros setores da economia é excepcional. Os preços médios em dólar em 1990 eram nove vezes mais altos que em 1960. Os preços que menos subiram no período foram: as tarifas aéreas, o frete do petróleo e o frete de granéis sólidos, que praticamente dobraram no período. (STOPFORD, 1997, pág. 4 e 5).

Concluindo, o sucesso na manutenção dos custos foi atingido por uma combinação de economia de escala, novas tecnologias, melhores portos e sistemas de manuseio de carga mais eficientes. (STOPFORD, 1997, pág. 5)

2.2.5 A COMPOSIÇÃO DO MERCADO DE NAVEGAÇÃO

O mercado de navegação contém importantes subdivisões. Tais divisões ocorrem pelas diferenças entre serviços e clientes, tamanhos dos navios e distâncias percorridas. Tais diferenças fazem com que as condições existentes em um setor possam ser diferentes daquelas existentes em outro. Entretanto, esses setores se relacionam e interferem mutuamente entre si. O relatório Rochdale de 1970, apud STOPFORD (1997, pág 6), afirma que, embora a indústria de navegação possa ser isolada para fins analíticos, há um intercâmbio entre esses fatores que não pode ser ignorado.

Desta forma, para se abordar a economia da indústria de navegação é importante que se considere três fatores: as divisões comerciais; o mercado em sua totalidade; e as intervenções políticas nacionais e internacionais. Na realidade, desde meados da década de 1960 tem havido uma escalada do envolvimento político onde se destacam esforços de certos países para entrar no mercado, através da UNCTAD⁴, subsídios governamentais a estaleiros, regulamentações da navegação, questões ambientais, regulamentações das tripulações, segurança no mar, entre outras (STOPFORD, 1997, pág. 7 e VIDIGAL, 2006).

2.3 O SISTEMA DE TRANSPORTE INTERNACIONAL

2.3.1 OS MODOS DE TRANSPORTE E OS INTERMODAIS

Um despachante de carga tem o objetivo de entregar sua carga no local, quantidade e prazo certos ao menor custo possível. Para tanto ele utiliza os sistemas de transporte dos diversos países: estradas, ferrovias, hidrovias e navegação, marítima e aérea. A navegação é apenas um item desta cadeia de transporte, e, normalmente, opera em conjunto com outros sistemas. Na prática pode-se resumir o sistema de transporte em três zonas: intercontinental, costeiro e terrestre. Tal divisão é apresentada na **Erro! Fonte de referência não encontrada.**, adaptada de STOPFORD (1997).

Tabela 1 - O sistema de transporte internacional

Zona	Área	Setor de transporte	Veículos
1	Intercontinental	Navegação de longo-curso	Navios
		Aéreo	Aviões
2	Costeira	Cabotagem	Navios / Ferries
3	Terrestre	Rios e Canais	Barcaças
		Estradas	Caminhões
		Ferrovias	Trens

⁴ Criada em 1964, a *United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)* promove a integração dos países em desenvolvimento na economia mundial. A UNCTAD tornou-se uma instituição cujo trabalho visa a auxiliar a transformar as idéias e os pensamentos em desenvolvimento, com o foco particular em garantir que as políticas domésticas e as ações internacionais auxiliem-se mutuamente na busca pelo desenvolvimento sustentável. Maiores informações sobre esta instituição podem ser encontradas em: <http://www.unctad.org/> (acesso em 15/06/2006).

2.3.2 O TRANSPORTE INTERCONTINENTAL

Em termos de transporte intercontinental há duas opções, o transporte aéreo e o transporte marítimo de longo-curso. O primeiro se tornou viável economicamente a partir da década de 1960, no transporte de mercadorias de alto valor agregado com pequena participação no mercado em termos de volume. O segundo se apresenta como único meio de transporte economicamente viável para a maioria das cargas intercontinentais, com tráfego particularmente intenso entre as regiões industrializadas (Ásia, Europa e América do Norte). (STOPFORD, 1997, pág. 8).

2.3.3 A NAVEGAÇÃO COSTEIRA

A navegação costeira provê o transporte regional de cargas. Distribui a carga entregue em um centro regional por navios de longo-curso. Frequentemente, esse transporte enfrenta a competição de outros meios de transporte. Os navios utilizados nesse tipo de transporte têm capacidade entre 400 e 6.000 toneladas e seu projeto deve enfatizar a flexibilidade de carga; as viagens são relativamente curtas; e, ao contrário dos navios de longo-curso, vários portos são visitados por ano. As cargas mais comuns são grãos, fertilizantes, carvão, aço, contêineres, veículos e passageiros. A navegação de cabotagem⁵ é sujeita a muitas restrições de ordem política. A mais importante delas são restrições legais que os países impõem reservando o comércio costeiro em águas territoriais como exclusivo de navios com bandeira do próprio país. O caso mais importante é o dos Estados Unidos, conhecido como Jones Act⁶ (STOPFORD, 1997, p. 262).

2.3.4 O TRANSPORTE TERRESTRE

O sistema de transporte terrestre consiste das redes de estradas, ferrovias e hidrovias. Ele se conecta a navegação por meio de portos e terminais especialistas. Um exemplo de hidrovia no Brasil é a das bacias do Tietê-Paraná.

2.3.5 COMPETIÇÃO E COOPERAÇÃO NA INDÚSTRIA DE TRANSPORTE

Os meios de transporte convivem em um mercado governado pela concorrência e pela cooperação. Em algumas situações a competição é óbvia: a ferrovia compete com caminhões; a navegação de cabotagem compete com a ferrovia; e a navegação de longo-curso compete com o transporte aéreo. Há outras situações em que esta competição não é tão clara, como é o caso dos granéis onde tem se verificado uma competição entre os trens e os navios de longo-curso. Tal competição ocorre porque os usuários podem escolher entre importar um bem de um país em outro continente ou comprá-lo no mercado doméstico. Em bens onde o custo de transporte é relevante, como por exemplo, o minério de ferro, isto leva a uma competição intensa. Na realidade, apesar dos diferentes setores do mercado de transportes competirem entre si, o desenvolvimento tecnológico depende da cooperação e da integração entre eles.

O melhor exemplo de cooperação pode ser identificado nos sistemas de integrados de transporte, também chamados de intermodais. Tais sistemas procuram meios para que uma mesma carga seja movimentada, sucessivamente, por diferentes meios: ferrovia, aquavia, rodovia, marítimo e/ou aerovia. Cada modo de transporte é projetado e utilizado buscando maximizar a sua eficiência, cooperando com outros de forma integrada, fornecendo a melhor relação de custo/benefício (VIDIGAL, 2006).

2.4 A DEMANDA POR TRANSPORTE MARÍTIMO

2.4.1 A NATUREZA DA DEMANDA POR TRANSPORTE

O transporte marítimo pode ser visto como um serviço, que atende a demandas específicas de seus clientes. No nível operacional os serviços podem ser avaliados segundo um conjunto de indicadores de desempenho: qualidade – oferecer serviços isentos de erros e adequados a seus propósitos; rapidez (ou velocidade) – minimizar o tempo entre a solicitação do consumidor e seu atendimento; confiabilidade – manter os compromissos de entrega assumidos; flexibilidade – estar pronto para mudar ou adaptar seus serviços para enfrentar circunstâncias inesperadas ou para dar aos consumidores tratamento individual; e custo – prestar os serviços a custos que permitam fixar preços adequados e ainda permitir retorno (SLACK, CHAMBERS e JOHNSTON, 2002, pág. 69 – 70). Esta classificação é endossada por CORREA e CORREA (2006, Cap, 5) que apresenta uma interessante discussão sobre o assunto.

⁵ Navegação de cabotagem – a que se realiza, com propósitos comerciais, entre portos de um mesmo país. (VIDIGAL, 2006, pág. 107)

⁶ Merchant Marine Act – US 1920

STOPFORD (1997, pág. 10) apresenta o que considera os fatores mais importantes para os serviços prestados pela indústria de navegação, tomando três destes indicadores de desempenho e acrescentando mais um: a segurança. Tais indicadores são apresentados a seguir:

Custo – sua importância cresce à medida que o custo do transporte representa parcela relevante no custo total da mercadoria.

Velocidade – uma mercadoria em trânsito incorre em custos de estoque, que crescem com o tempo que esta mercadoria leva para chegar ao destino. Com mercadorias de alto valor agregado esses custos são elevados e pode ser vantajoso despachar pequenas quantidades com maior frequência, mesmo se os custos de frete forem mais altos.

Confiabilidade – os métodos contemporâneos de administração industrial, principalmente o *just in time*, reduzem drasticamente os níveis de estoque, fazendo com que a confiabilidade assuma um papel importante. Alguns despachantes estão dispostos a pagar mais por um serviço que garante sua pontualidade e provê os serviços que foram acordados nos prazos estabelecidos.

Segurança – A perda ou a danificação da carga em trânsito é um risco da seguradora, mas pode impor sérios problemas para o despachante, que pode preferir pagar mais por um transporte seguro do seu produto, sem o risco de perdê-la ou danificá-la.

Resumindo, cada parte do negócio oferece uma combinação adequada de serviços para diferentes necessidades dos clientes. Ao se estudar como o negócio é conduzido, deve-se estar atento às diferentes demandas de cada mercadoria, e para se compreender como a navegação evoluiu para atender a essas necessidades.

2.4.2 AS MERCADORIAS QUE SÃO TRANSPORTADAS PELO MAR

Por ano são transportadas bilhões de toneladas de carga pelo mar. Uma análise do comércio marítimo passa pela análise das mercadorias transportadas, que para efeitos de análise podem ser agrupadas em seis grandes grupos: energia, agricultura, indústria de metais, produtos florestais, outros materiais industriais e outros materiais. (STOPFORD, 1997, p. 11)

O grupo ligado à energia é composto pelo petróleo e seus derivados, gás liquefeito e carvão. Corresponde a um percentual de 45% do volume do comércio marítimo. Uma análise deste comércio deve considerar a economia energética global.

O grupo ligado à agricultura é composto por cereais, ração animal, açúcar, alimentos refrigerados, fertilizantes, etc. Corresponde a 13% do volume do comércio marítimo. A análise deste mercado considera as questões relacionadas com a demanda e a oferta de alimentos, que estão intimamente relacionada com o desenvolvimento econômico e demográfico, o uso da terra e a produtividade agrícola.

O grupo ligado à indústria de metais é composto pelo minério de ferro, aço, carvão para uso metalúrgico, metais não ferrosos, sucatas (que inclui navios velhos), etc. Corresponde a cerca de 25% do volume do comércio marítimo.

O grupo ligado aos produtos florestais é composto principalmente por produtos semi-industrializados usados na manufatura de papel, celulose e na indústria de construção, como madeira. Corresponde a cerca de 5% do comércio marítimo e seu comportamento é fortemente influenciado pela disponibilidade de recursos florestais.

O grupo ligado a outros materiais industriais é composto por uma grande variedade de materiais, tais como cimento, sal, minerais, produtos químicos e outros. Corresponde a cerca de 9% do comércio marítimo e cobre várias indústrias.

Finalmente, o grupo ligado aos demais materiais é composto pelos bens de capital, máquinas e equipamentos, veículos, etc. É responsável por 3% do volume do comércio marítimo, mas por 50% do valor total transportado pelo mar, uma vez que é um tipo de carga de elevado valor agregado. Seu impacto na indústria de navegação é maior do que se poderia pensar, quando comparado com o volume transportado.

Pelos dados anteriores pode-se concluir que 70% do volume de transporte marítimo está associado com os setores de energia e as indústrias metalúrgicas e é fortemente dependente dos investimentos nesses setores. Um aspecto importante é que a forma como essas mercadorias são transportadas é complexa. As mercadorias aparecem em qualquer lugar do mundo, variando quanto à regularidade, a quantidade, a fragilidade da carga e a urgência. Por outro lado, os armadores querem manter seus navios operando e

maximizar seu lucro. A compatibilização desses interesses é uma das grandes questões da indústria de navegação.

2.4.3 A FUNÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO POR VOLUME DE ENCOMENDA

Analisando-se os dados do mercado de navegação, observa-se que para um determinado tipo de carga há uma tendência de que ela seja transportada em navios com faixas de capacidade diferentes, por exemplo: o minério de ferro e o petróleo cru apresentam a tendência de serem transportados em navios maiores; já o fosfato em rocha apresenta a tendência de ser transportado em navios menores. O parâmetro que mede essa tendência é a função de distribuição por pacotes de mercadoria (PSD)⁷. Um pacote é o volume unitário para uma mercadoria que será despachada. Desta forma, a função PSD descreve o volume unitário de mercadoria que é transportado.

Tomando-se, por exemplo, o minério de ferro, verifica-se que seu volume típico de transporte é da ordem de mais de 100.000 toneladas. Já para o fosfato o volume típico de transporte fica na faixa abaixo de 40.000 toneladas. O comportamento do PSD para cada mercadoria é determinado por suas características de demanda. Os mecanismos de mercado definem qual é o volume de transporte mais adequado para cada mercadoria. (STOPFORD, 1997)

Diferentes volumes unitários necessitam de diferentes tipos de navios e serviços. Quando uma mercadoria tem um volume unitário suficiente para encher um navio, é transportada a granel. Quando o volume unitário é pequeno, surge a necessidade de se embalar e reunir as diferentes cargas para se encher um navio, esta é a característica do transporte de carga geral. Esses mercados representam os dois maiores segmentos do transporte marítimo. A função PSD auxilia na análise de identificar qual o tipo de navio que transporta uma determinada carga de forma competitiva.

2.4.4 DEFINIÇÃO DE GRANEL

O setor de granéis se tornou importante após a Segunda Guerra Mundial, quando uma frota de navios-tanque foi construída para atender as economias em desenvolvimento na Europa e no Japão, com navios menores para transportar produtos químicos e outros produtos. Esse desenvolvimento também ocorreu em outros setores, como, por exemplo, granéis secos e as indústrias de aço, alumínio e fertilizantes. Grandes navios graneleiros foram construídos para atender a essa demanda, e, como resultado, o transporte a granel tornou-se um setor em rápida expansão na indústria de navegação e é responsável por aproximadamente 75% da frota mercante mundial. As cargas a granel podem ser divididas em quatro categorias principais: os granéis líquidos; os cinco maiores granéis; os granéis menores; e os granéis especiais (STOPFORD, 1997, pág. 15).

Os granéis líquidos são aqueles que necessitam de tanques para seu transporte. Os principais são o petróleo e seus derivados, produtos químicos, óleos vegetais e vinho; o volume dos embarques varia de algumas toneladas a meio milhão de toneladas, no caso do petróleo cru. Os cinco maiores granéis (five major bulks⁸) cobrem as cinco principais cargas homogêneas – minério de ferro, grãos, carvão, fosfato e bauxita – que podem ser transportadas de forma satisfatória em navios graneleiros tradicionais com fator de estivagem de 1,3 a 1,6 m³ por tonelada. Os granéis menores (minor bulks⁸) cobrem muitas outras mercadorias, sendo que as mais importantes são os produtos de aço, cimento, materiais não ferrosos in natura, açúcar, sal, e outros. Os granéis especiais – incluem as cargas que tem necessidades especiais, seja de armazenagem, seja de manuseio; são incluídos nesse grupo os veículos automotores, carga refrigerada, e prédios pré-fabricados.

2.4.5 DEFINIÇÃO DE CARGA GERAL

Como já foi dito, a carga geral consiste de volumes pequenos, que, desta forma, não justificam o afretamento de um navio para levá-la. Frequentemente, essas mercadorias têm elevado valor agregado ou consistem de cargas delicadas, que necessitam de cuidados especiais. A carga geral pode ser dividida em sete principais tipos. O primeiro é carga solta (ou *loose cargo*), itens individuais, tais como caixas, pedaços de máquinas, e outros, que devem ser manipuladas e estivadas separadamente. O segundo tipo é a carga em contêineres, que é embalada em “caixas” de tamanho padrão⁸, usualmente com 2,44 m de largura (8 pés), 2,59 m de altura (8,5 pés) e 6,10 (20), 9,15 (30) ou 12,20 (40) metros (pés) de comprimento, é a principal forma de acondicionamento da carga geral nos dias atuais. O

⁷ O nome em inglês é *Parcel Size Distribution (PSD)*. Em inglês a palavra *parcel* pode significar pacote; foi mantida a palavra, apesar do sentido figurado.

⁸ TEU – abreviação para o termo *Twenty-foot Equivalent Unit* – equivale ao volume padrão de um contêiner de 20 pés.

terceiro tipo é a Carga em paletes⁹, que a carga acondicionada sobre plataformas de madeira projetadas para facilitar a manobra por meio de empilhadeiras, o que permite o seu empilhamento e movimentação. O quarto tipo é a carga pré-acondicionada, itens tais como madeira que é cortada e amarrada em tamanhos iguais e padrão. O quinto item é a carga líquida, transportada em tanques, contêineres líquidos ou cilindros. Finalmente, a carga refrigerada que é perecível e necessita ser acondicionada em locais refrigerados, tais como contêineres refrigerados.

Até meados da década de 1960 a maior parte da carga geral era solta e cada item tinha que ser preparado¹⁰ para a viagem. Esta operação era lenta, cara, difícil de planejar e expunha a carga a riscos de danos e pilhagem. Como resultado desse processo, os navios de carga geral levavam dois terços do seu tempo de operação nos portos e os custos de manuseio de carga chegaram a ser um quarto do custo total. Com o aumento do volume de carga, este tipo de operação se tornou inviável do ponto de vista operacional e econômico.

A resposta da indústria de navegação foi pré-acondicionar a carga e usar as mesmas técnicas usadas com sucesso nas linhas de produção das indústrias de manufatura. Desta forma, o trabalho foi padronizado, o que permitiu o aumento da produtividade. Uma vez que a manuseio de carga era o principal gargalo, a solução foi acondicioná-la em volumes padronizados, aceitos internacionalmente. Isto permitiu o uso de equipamentos especialmente projetados para executar a manuseio de carga desses volumes de maneira rápida e barata. Vários sistemas foram estudados, mas os que tiveram maior sucesso foram os contêineres e as paletes. O primeiro navio porta-contêiner é de 1966 e nos vinte anos que se seguiram esta modalidade dominou o transporte de carga geral com carregamentos da ordem de mais de 50 milhões de toneladas por ano em 1995 (STOPFORD, 1997, pág. 24).

2.4.6 LIMITAÇÕES DAS ESTATÍSTICAS NO COMÉRCIO MARÍTIMO

Uma informação importante para o setor de navegação é saber qual o percentual da carga que é transportada a granel e qual o percentual que é transportada como carga geral. As estatísticas relativas ao assunto não são confiáveis, por duas razões: primeiro, há a dificuldade de obtenção dos dados; e segundo, muitas mercadorias podem ser transportadas tanto a granel quanto como carga geral, e as estatísticas não identificam esta distinção. A única fonte regular de informações sobre os carregamentos a granel é publicada anualmente pela Fearnley's, uma empresa norueguesa (STOPFORD, 1997, pág. 18). A Figura 1 apresenta a evolução do comércio mundial no período entre 1981 e 2002. Pode-se verificar que o comércio de granéis representa, aproximadamente, 62% do total neste período.

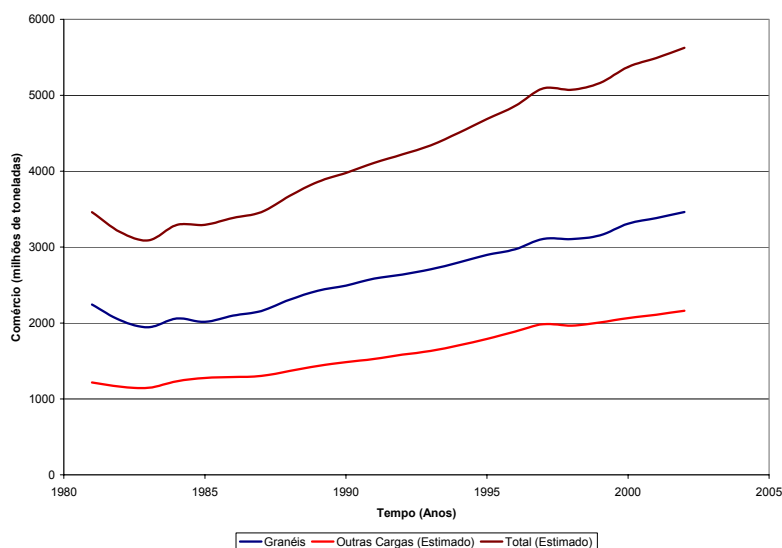


Figura 1 - Evolução do comércio mundial (1981 - 2000)

⁹ Paleta – Plataforma de madeira sobre a qual se empilha carga a fim de transportar em bloco grande quantidade de material.

¹⁰ Normalmente era colocada uma estrutura de madeira em torno da carga unitária, para que ela pudesse ser suspensa e colocada no seu lugar a bordo pelos guindastes, existentes nos portos e nos próprios navios.

2.5 A FROTA MERCANTE MUNDIAL

Houve um importante aumento na frota mercante mundial no último século. Em 1900 a capacidade da frota mercante mundial era de aproximadamente 32 milhões de tpb, no ano 2000 essa capacidade subiu para aproximadamente 900 milhões de tpb¹¹. O que representa um crescimento em torno de 30 vezes. Em 1995, os navios de carga representavam aproximadamente 95% da capacidade e 53% do número de navios. O restante da frota incluía os pesqueiros, navios de apoio a plataformas de petróleo¹², rebocadores, navios de pesquisa e outros. (STOPFORD, 1997, pág. 19)

2.5.1 TIPOS DE NAVIOS NA FROTA DE CARGA

Com a especialização do transporte de cargas tornou-se uma tarefa difícil a definição dos tipos de navios; entretanto, pode-se dizer que há quatro tipos principais de navios: os navios-tanque, os graneleiros, os navios de carga geral e os porta-contêineres. A Figura 2, retirada de CUNHA (2006, pág. 151), apresenta a evolução da composição da frota mundial no período de 1980 a 2005.

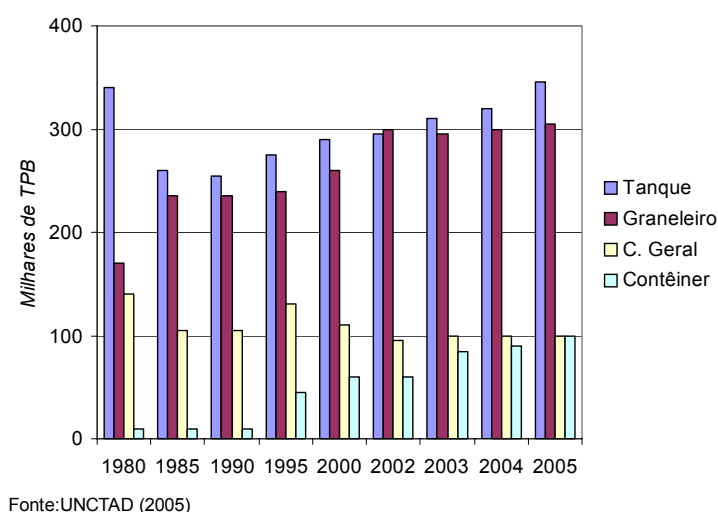


Figura 2 - Evolução da Estrutura da Frota Mundial

Além do tipo de navio há outros aspectos a serem analisados. Considerando que um navio mercante tem uma vida útil que varia de 20 a 30 anos, a frota mercante é um conjunto heterogêneo, congregando vários tipos de tecnologias simultaneamente. Recentemente, o projeto de navios está se desenvolvendo de maneira acentuada, o que está aumentando a eficiência dos novos navios. Quatro aspectos desta evolução merecem especial atenção: a evolução da tecnologia de construção naval; a economia de escala, a especialização da carga; e o manuseio de carga. Cada um desses aspectos tem um papel importante na redução de custos e na melhoria do transporte.

2.5.2 DESENVOLVIMENTOS NOS PROJETOS DE NAVIOS

Raff (1960) optou por não incluir os avanços tecnológicos no modelo a ser desenvolvido, considerando que a tecnologia afetava de maneira relevante os navios militares mas não os navios mercantes. Stopford (1997, pág. 21) apresenta uma série de avanços tecnológicos que permitiram melhorar a eficiência dos navios e contribuíram para a redução dos custos operacionais com conseqüências importantes para a indústria de navegação. Pode-se dizer que a eficiência dos navios mercantes cresce com os avanços tecnológicos, tanto dos estaleiros que constroem os cascos, como com a indústria que fornece as máquinas e os equipamentos para esses navios.

¹¹ Foi feita uma conversão de unidades entre os valores apresentados por STOPFORD, 1997, Figura 1.5, que fornece o valor referente ao ano de 1900 e a *Chart 2* de IFS (2005), que fornece o valor referente ao ano 2.000.

¹² Comumente chamados de navios *offshore*.

A navegação moderna teve seu início em 1860, quando pela primeira vez conseguiu-se construir um navio economicamente viável com casco de aço e máquina a vapor. Com isto passou a ser possível planejar e executar a navegação. Mesmo assim a substituição dos navios a vela pelos a vapor durou 30 anos, de 1880 a 1914. (STOPFORD, 1997, pág 21)

Outras evoluções importantes foram: a inserção do motor diesel, com início em 1912 e que durou 50 anos; a substituição do rebite pela solda; e a automatização dos navios, que reduziu pela metade o número de tripulantes para manuseio de um navio de longo curso. Outras inovações de menor importância foram: alterações nos projetos dos escotilhões, facilitando as manuseios de carga e descarga; sofisticados sistemas de navegação; e sistemas de manuseio de carga mais eficientes.

Os projetos de casco foram otimizados e durante os anos 80 melhorias nos projetos dos motores e dos combustíveis levaram a economias da ordem de 25%. Por outro lado o desenvolvimento da indústria de aço permitiu uma redução no peso das estruturas em torno de 30%, reduzindo sensivelmente o custo de construção. Seguiram as evoluções nas tintas, que permitiram reduzir a incrustação, e aumentar a longevidade dos tanques dos navios.

2.5.3 O AUMENTO DE TAMANHO DOS NAVIOS

Em 1776 Adam Smith exemplificou que um navio conduzido por 8 homens, no período de 6 a 8 semanas, poderia levar e trazer 200 toneladas de carga no trajeto entre Londres e Leith. (SMITH, 2000, pág. 20). Nos tempos atuais, é normal a operação de navios com capacidade superior a 100.000 toneladas. Vários fatores são responsáveis por essa mudança: integração com outros meios de transporte; investimentos em sistemas de manuseio de carga; e o crescimento do comércio com a Ásia. O Canal de Suez também atuava como fator limitante para o tamanho dos navios que faziam o transporte entre a Europa Oriente-Médio e Ásia; seu fechamento em 1956 derrubou essa limitação.

A indústria petrolífera tem o exemplo mais contundente. No século XX o tamanho médio dos navios cresceu de 4.000 para 95.000 toneladas. É importante observar que o efeito do crescimento dos navios foi uma redução de custos de, no mínimo, 75% (STOPFORD, 1997, pág. 23).

A tendência de crescimento dos navios também ocorreu na área de graneis sólidos. No transporte de minério de ferro os graneleiros cresceram de 24.000 toneladas em 1920 para 200.000 toneladas ao final da década 1970, evoluindo para navios com 300.000 toneladas em meados da década de 1980. A tendência de crescimento também foi observada para navios que transportavam outros graneis, tais como grãos, açúcar, outros metais, etc.

Pela capitalização da economia de escala e desenvolvendo a integração dos sistemas de transporte, o transporte de graneis reduziu os custos de transporte de tal forma que freqüentemente é mais barato para as indústrias importarem matérias primas em estado natural pelo mar, com fornecedores distantes vários milhares de milhas, do que comprar por terra de fornecedores distantes centenas de quilômetros (STOPFORD, 1997, pág. 23).

2.5.4 ESPECIALIZAÇÃO DA CARGA

A navegação seguiu a tendência de toda a indústria e caminhou para a especialização. Ao longo dos anos novos tipos de navios foram desenvolvidos para melhorar o transporte de cargas específicas, com ganhos de eficiência no transporte das cargas.

A especialização também teve seus insucessos; talvez o caso mais marcante seja o dos navios de passageiros. Projetados para conduzir pessoas e o correio a grande velocidade, esses navios começaram a ser construídos na segunda metade do século XIX e atingiram seu pico antes da Primeira Guerra Mundial quando navios de 240 metros de comprimento e com capacidade de cruzar o Oceano Atlântico em quatro dias foram construídos. Depois da Segunda Guerra Mundial esse mercado foi perdido para o transporte aéreo e as linhas regulares de transporte marítimo de passageiros sumiram dos mares. Hoje, luxuosos navios de passageiros atendem a um novo e emergente mercado, o de turismo.

2.5.5 A REVOLUÇÃO NA NO MANUSEIO DE CARGA

A manipulação de carga de bordo sempre foi um ponto nevrálgico para a indústria de navegação, e nessa área foram conseguidas grandes melhorias. A partir da década de 1960, novas técnicas de manuseio de carga revolucionaram o comércio marítimo. A tecnologia de manuseio de carga é mais evidente nos terminais especialistas dos portos; nestes locais, onde foram feitos grandes investimentos em sistemas automatizados, fica evidente o avanço da capacidade de manuseio de carga.

Em algumas áreas o desenvolvimento da tecnologia de manuseio de carga resultou em um maior desafio para os projetistas de navios (STOPFORD, 1997, pág. 23). A maior mudança foi na área de carga geral onde navios porta-contêineres e, em escala menor, os *Roll-on Roll-off*, conhecidos no *metier* como Ro-Ro, substituíram os navios de carga geral convencionais. Os porta-contêineres são projetados de forma que a carga possa ser colocada de maneira muito rápida a bordo, uma questão de minutos para cada contêiner. Os Ro-Ro tem acesso, por meio de rampas, para que empilhadeiras possam manusear a carga rapidamente.

As alterações nos projetos dos navios graneleiros, embora menos visíveis, foram igualmente importantes. Novos sistemas de abertura das portas dos porões, aumento da boca para melhor aproveitamento dos porões e o uso de guindastes de maior capacidade.

2.5.6 O ENVELHECIMENTO, A OBSOLESCÊNCIA E A REPOSIÇÃO DA FROTA

O desenvolvimento contínuo dos navios, tanto em seu projeto quanto em sua tecnologia, aliados aos custos de obsolescência, que se tornam mais evidentes no período entre 20 e 30 anos de vida, apresenta à indústria de navegação um problema econômico interessante. Como decidir a renovação da frota, ou seja, quando se deve comprar navios e quando um navio deve ser sucateado.

O envelhecimento de um navio e sua obsolescência não são condições claramente definidas. Muitos navios obsoletos, sob algum aspecto, ainda transportam grandes quantidades de carga. Foi necessário um período de 50 anos, após o surgimento dos navios a vapor, para que os navios à vela deixassem de transportar carga¹³ (STOPFORD, 1997, pág. 24).

Quando um armador não quer mais um navio ele o vende. Alguém o compra por um preço que julga adequado, acreditando ser capaz de poder obter lucros desse navio. Se nenhum armador quiser o navio, somente o mercado de demolição vai pagar por ele. Geralmente, quando um navio envelhece ou fica obsoleto, o seu valor de mercado diminui até um estágio em que atinge o valor do mercado de demolição.

Os ciclos do mercado têm influência importante nesse processo. Quando as taxas de frete estão altas e há um sentimento otimista no mercado, há uma tendência a aumentar o número de encomendas; por outro lado, quando as taxas de frete estão baixas e há um sentimento pessimista no mercado, os navios mais velhos são sucateados. Há porém um fator de “sentimento” do empresário, fazendo com que as decisões econômicas sejam reforçadas com sentimentos, tornando os parâmetros de decisão não muito claros.

2.6 A OFERTA DE TRANSPORTE MARÍTIMO

Um dos principais mecanismos do mercado de navegação é adequar a frota existente à carga que deve ser transportada. Tal adequação deve ser feita visando a maximização do lucro dos armadores. Tendo sido apresentados os aspectos relativos à carga e os relativos à frota mercante que a transporta, o propósito deste item é apresentar como é feita a adequação entre a frota e a carga.

2.6.1 A FUNÇÃO UNITÁRIA DE CUSTO DA INDÚSTRIA DE NAVEGAÇÃO

No âmbito do mercado de navegação, o fator que domina o lado da oferta é o custo, altamente influenciado pela economia de escala. A Equação 1, que representa a *função unitária de custo*, engloba os fatores mais relevantes desse setor do mercado.

$$\text{Custo Unitário} = \frac{\text{LC} + \text{OPEX} + \text{CH}}{\text{PS}} \quad \text{Equação 1}$$

Donde: Custo Unitário – custo de transporte de uma tonelada de carga;
LC – custo do capital investido no navio;
OPEX – custo de operação do navio; ;
CH – custo de manuseio da carga; e
PS – quantidade de carga que o navio pode transportar.

Pela análise da equação, observa-se que os custos unitários aumentam quando o custo do capital investido, o custo de operação do navio e o custo de manuseio de carga aumentam; por outro

¹³ Até os dias de hoje, a frota de navios a vela é apreciável, embora para seu uso tenha sido restringido principalmente a atividades de recreio e competições.

lado os custos unitários diminuem quando o tamanho do navio aumenta. Sabe-se também que os custos apresentados no numerador crescem a uma razão menor do que a capacidade do navio. Esta é a razão da economia de escala dominar o setor. Um navio-tanque de 280.000 toneladas custa apenas o dobro do de um navio de 80.000 toneladas, mas é capaz de transportar mais de 3 vezes sua carga. STOPFORD (1997, pág. 25)

Já foi demonstrado que no caso de parcelas de carga cada vez menores para ocupar um navio completo, o custo aumenta numa proporção maior devido ao custo de embalar e manuseio de pequenas cargas.

As tarefas para se operar o transporte de carga geral são fundamentalmente diferentes das tarefas para se operar o transporte a granel. No primeiro caso, há a necessidade de se organizar muitas pequenas parcelas; isto exige uma estrutura em terra capaz de travar relações com os despachantes, planejar o carregamento e a operação dos navios, e tratar da documentação. No segundo caso, há o transporte de menor variedade, e muito maior quantidade de carga; essas companhias não necessitam de uma infraestrutura em terra tão grande. Em resumo, o tipo de organização da companhia, suas políticas e o tipo de pessoas empregadas nos dois ramos da navegação são diferentes.

Já foi mencionado que o mercado de navegação como um serviço; a principal razão para a divisão existente entre os setores de granel e carga geral reside nos fatores de desempenho que cada um privilegia: o setor de transporte a granel privilegia o custo unitário de operação; o setor de carga geral privilegia a velocidade, a confiabilidade e a qualidade do serviço.

2.6.2 O TRANSPORTE DE GRANÉIS

O conceito básico que rege a indústria de granéis é de “*um navio, uma carga*”; entretanto, não se deve ser muito rígido nessa definição, uma vez que diferentes cargas podem ser transportadas em um único navio, cada qual em espaço separado. O responsável pelo transporte de uma carga a granel pode abordar a tarefa de várias maneiras, dependendo da própria carga e da natureza da operação comercial. As opções vão do total envolvimento, quando o próprio responsável é o proprietário dos navios, à terceirização de todo o trabalho para uma empresa de navegação especialista em granéis.

No moderno transporte de granéis toda a operação é projetada para minimizar os custos de transporte da origem até o destino. Existem tipos de navios adotados por várias indústrias de grande porte que importam matérias primas *in natura*, especialmente projetados de maneira a fornecer o fluxo de matéria prima necessário para a fábrica a um custo mínimo.

Devido ao grande investimento em capital que é necessário, nem sempre as grandes indústrias optam por se tornar armadoras. O que deve ser assegurado é que os requisitos básicos de transporte serão atendidos a um preço previsível, sem a necessidade de fazer uso do imprevisível mercado de frete. Uma opção nessas situações pode ser o mercado de afretamento por tempo (*time charter*). Se o agente de navegação tem requisitos de longo prazo com previsões bem estabelecidas e não deseja se tornar um armador, ele pode recorrer a contratos de longo prazo com os armadores. Algumas companhias alugam navios por períodos de 10 a 15 anos estabelecendo um patamar de capacidade de transporte para cobrir contratos de longo prazo, particularmente em contratos de transporte de minério de ferro.

Há os despachantes que só tem um tipo de mercadoria para transportar. Este é o caso do comércio de bens com características sazonais ou mercadorias únicas. No primeiro caso têm-se dois exemplos conhecidos os grãos e o açúcar; para o segundo, o exemplo seriam as plantas industriais pré-construídas que são transportadas para o Oriente Médio. Nos dois casos o transporte é contratado para uma única viagem (*voyage charter*), por meio de um mercado específico, onde o frete é negociado na base de unidade monetária por tonelada transportada.

Muitos tipos diferentes de navios são usados para o transporte de mercadorias a granel; entretanto, os principais deles caem em uma das categorias a seguir: navios-tanque, navios de granéis secos de propósito geral, *combined carriers*, e navios graneleiros especialistas. Os dois primeiros seguem projetos relativamente padronizados, enquanto os *combined carriers* oferecem a oportunidade de transportar tanto carga seca quando líquida. Os graneleiros especialistas são construídos para atender a características específicas ou cargas de difícil operação.

2.6.3 O TRANSPORTE DE CARGA GERAL

Como já foi dito, os serviços de carga geral transportam cargas de pequeno volume unitário, que não são suficientes para justificar o afretamento de um navio. Desta forma são acondicionadas juntamente com outras do mesmo tipo para o transporte. Neste caso os navios operam em linhas regulares entre portos,

transportando cargas com preços fixos para cada tipo de mercadoria, com a possibilidade de descontos para os clientes regulares.

O transporte de um grande conjunto de pequenos itens por meio de um serviço regular exige que o operador de transporte de carga geral seja capaz de: primeiro operar muitas consignações e processar sua documentação; segundo, ter uma política de tarifas que gerem um lucro global, o que não é fácil quando milhares de consignações são processadas por semana; terceiro, carregar o navio de forma a garantir que a carga tenha fácil acesso para o desembarque, uma vez que os navios podem parar em vários portos, e garantindo que o navio fique sem banda e sem trim¹⁴; quarto, executar o serviço dentro do cronograma estabelecido, mesmo com todos os imprevistos que possam se apresentar, tais como: mau tempo durante a viagem, greves e outros; e quinto, planejar a disponibilidade de capacidade disponível, considerando os navios em reparo ou em períodos de manutenção, a entrega de novos navios, e o eventual afretamento de navios adicionais para atender às flutuações na demanda. Todos esses requisitos são de caráter gerencial e explicam o por quê das diferenças entre o transporte de carga geral e o transporte de grãos. As habilidades, os conhecimentos e os requisitos organizacionais são bem diferentes (STOPFORD, 1997, pág. 28).

Devido aos elevados custos fixos e da necessidade de manter um serviço regular, mesmo quando os navios ainda não estão totalmente carregados, o serviço de carga geral é particularmente vulnerável a uma competição de preços por parte dos concorrentes. Para contornar essa situação as companhias de navegação desenvolveram o “*sistema de conferência*”, que foi usado pela primeira vez entre a Inglaterra e Calcutá em 1875. Na década de 1980 existiam por volta de 350 “*sistemas de conferência*” operando tanto nas rotas de longo curso quanto nas de cabotagem. Apesar disso, a longa recessão ocorrida na década de 1980, as mudanças causadas pelo uso de contêineres e a intervenção dos governos com seus regulamentos enfraqueceram os “*sistemas de conferência*” de tal forma que os operadores de carga geral começaram a procurar por outras formas de estabilizar sua posição competitiva.

2.7 AS COMPANHIAS DE NAVEGAÇÃO

Dependendo de sua área de operação, uma companhia de navegação adota objetivos estratégicos, metas comerciais e estrutura organizacional que atenda às suas necessidades. Tais estruturas podem diferir significativamente. Para cada caso existe um conjunto diferente de decisões a serem tomadas e pressões sobre os tomadores de decisão.

Por exemplo, em uma pequena companhia de navegação o armador tem controle autocrático, toma todas as decisões importantes e tem interesse pessoal nos resultados financeiros da empresa. Já em uma companhia de contêineres independente de médio porte, o armador necessita de um grande apoio de sua equipe de terra, com muitos escritórios sofisticados, e uma rede de agências para gerenciar; é inevitável que ela enfatize os aspectos administrativos do negócio. Apesar da maior complexidade em relação ao exemplo anterior, observa-se que não há choque entre os interesses da companhia e do seu dono. Um outro exemplo seria a divisão de navegação de uma companhia de petróleo; essa divisão deve se reportar a um conselho da companhia, onde os membros conhecem pouco, ou nada, da indústria marítima; adicionalmente, é importante observar que, nem sempre, os objetivos da Companhia de Petróleo são iguais aos de sua Divisão de Navegação. (STOPFORD, 1997, pág. 33).

2.8 POLÍTICA VERSUS ECONOMIA EM NAVEGAÇÃO

A indústria de navegação é um negócio internacional e as forças que a fazem tão importante em termos econômicos, também a fazem objeto de intervenções políticas nacionais e internacionais. A maioria das atividades das indústrias de navegação está ligada ao comércio internacional e, desta forma, elas inevitavelmente operam dentro de um complicado padrão mundial de acordos entre as companhias de navegação, acordos entre os despachantes e políticas governamentais. (STOPFORD, 1997, pág. 32)

A indústria marítima tem visto crescer o seu envolvimento político e tal questão não pode ser ignorada. Desde o Ato Plimsoll¹⁵, de 1870, que proibiu a sobrecarga de navios, até o Ato dos Estados Unidos

¹⁴ Diz-se que o navio “está com banda” quando ele apresenta uma inclinação lateral constante e que “está com trim” quando apresenta uma inclinação no sentido proa – popa.

¹⁵ Ato Plimsoll (1870) – a idéia de marcação de uma linha de carga máxima no costado dos navios nasceu das discussões causadas por Samuel Plimsoll no Parlamento inglês entre 1873 e 1876. Nessa época eram comuns os naufrágios em alto-mar por motivos de insuficiência das qualidades náuticas dos navios ou por excesso de carga. Somente um pouco antes, em 1870, tinha sido tornada obrigatória a marca dos calados diante e a ré dos navios

sobre poluição¹⁶, de 1990, que estabeleceu regulamentos e responsabilidades legais muito rigorosos para os navios tanque que navegassem em águas dos Estados Unidos, os políticos tem pensado em limitar as ações dos armadores. Interesses em assuntos tais como segurança no mar, regulamentos sobre as tripulações, poluição ambiental e condições dos navios tem crescido desde a década de 1990.

Seria possível fazer uma grande relação de atos políticos que tiveram forte influência na navegação, mas por fugir ao escopo desse trabalho, será apenas lembrada a frase de Stopford (1997, pág. 34) que diz: *“Assim como os aspectos políticos não podem ser facilmente compreendidos sem algum conhecimento dos aspectos econômicos do mercado, uma análise econômica não pode ignorar as influências políticas nos custos, preços e na competição do mercado”*.

3. MODELO DINÂMICO

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será apresentado o modelo dinâmico. Para tanto será seguida, parcialmente, a sugestão de Sterman que apresenta um roteiro para o desenvolvimento de modelos em Dinâmica de Sistemas com os seguintes passos: articulação do problema (com a definição do modo de referência); formulação da hipótese dinâmica; formulação de um modelo de simulação; testes; estabelecimento de políticas e avaliação dos resultados. (STERMAN, 2000, páginas 85 e 86).

Para apresentar o modelo será seguido o seguinte roteiro: apresentação do software de simulação; definição do modo de referência; será apresentada a hipótese dinâmica, será desenvolvido um diagrama causal do sistema; serão apresentados os diagramas de Forrester correspondentes às principais partes do sistema; serão apresentados os resultados obtidos e, finalmente, esses resultados serão comentados.

3.2 SOFTWARE DE SIMULAÇÃO

Para a elaboração dos diagramas representados, execução da simulação, obtenção dos gráficos que apresentam os resultados, e a documentação do modelo foi usado o software VENSIM® Standard para Windows, versão 5.5d, desenvolvido por Ventana Systems Inc, adquirido pelo Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da USP. Uma versão educacional do software pode ser encontrada no seguinte endereço eletrônico: <<http://www.vensim.com>>.

O *software* também foi utilizado para documentar as equações do modelo, com o uso de sua ferramenta de documentação. As equações são numeradas e apresentadas por grupo, ou seja: Parâmetros de Controle da Simulação (criado pelo próprio VENSIM); Mercado de Frete; Indústria de Construção Naval; Mercado Financeiro; e Definição de Parâmetros. A documentação das equações é apresentada no seguinte formato:

- Primeiro é apresentado o nome da variável;
- Em segundo lugar é apresentada a equação que define o valor da variável, no padrão do VENSIM, o que inclui algumas equações especiais como MAX (máximo), MIN (mínimo), IF-THEN-ELSE (indica controle de fluxo de execução); e as INTEGRAIS, que apresentam as vazões que se somam ao longo do tempo e um número no final. Tal número representa as condições iniciais da variável que está sendo integrada; e
- Por último, é apresentado um comentário que tem por propósito explicar a função das variáveis.

mercantes. As marcas de borda livre, regulamentadas pela primeira vez na Inglaterra em 1876, são algumas vezes chamadas de marcas de Plimsoll.

¹⁶ US Oil Pollution Act (OPA) – Assinado em Agosto de 1990, como resultado da preocupação causada pelo acidente do Exxon Valdez, é um ato que trata do vazamento de petróleo ou substâncias perigosas. O OPA estabeleceu recursos e tarefas a serem cumpridas tanto pelo governo dos Estados Unidos como pela indústria. Aumentou a capacidade dos EUA de prevenir e responder a tais acidentes. Criou ainda o o *Oil Spill Liability Trust Fund*, que disponibiliza até um bilhão de dólares por acidente. Aumentou também as responsabilidades daqueles que descumprirem as leis ambientais. Para maiores detalhes sugere-se o site: <http://www.epa.gov/oilspill/opaover.htm>

3.3 MODO DE REFERÊNCIA

3.3.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A essência da definição de um problema é estabelecida pelo seu modo de referência. Segundo STERMAN (2000, página 90), os modelistas devem caracterizar o problema dinamicamente, ou seja, definindo um padrão de comportamento, que se torna conhecido ao longo do tempo e que destaca como o problema surgiu e como pode evoluir no futuro. Um modo de referência é, literalmente, um conjunto de gráficos e outros dados descritivos que mostram o desenvolvimento do problema ao longo do tempo.

Os modos de referência, são assim chamados pois há referência a eles ao longo de todo o processo de modelagem, o que auxilia ao modelista e seus clientes a quebrar a visão normal do mundo, linear e de curto prazo, que é verificada na maioria das pessoas. Para fazer isso é necessário que se defina o horizonte de tempo, as variáveis e conceitos que se consideram importantes para a compreensão do problema.

O horizonte de tempo deve se estender de um ponto no passado que mostre como o problema surgiu e descreva seus sintomas até um ponto no futuro suficientemente distante para capturar os atrasos e os efeitos indiretos das políticas potenciais. Um horizonte de tempo extenso é um antídoto contra a visão orientada a eventos e permite capturar muitas estruturas de realimentação. (STERMAN, 2000, página 90)

3.3.2 DEFINIÇÃO DO MODO DE REFERÊNCIA

Com o propósito de se obter um modo de referência baseado em dados do mundo real procurou-se as estatísticas existente, que segundo STOPFORD (1997) não são das mais confiáveis. Foi interessante observar que, apesar da enorme quantidade de dados existentes, sua compilação é muito difícil por três razões: primeiro, os dados são apresentados de forma setorizada, o que exigiria um intensivo trabalho de compilação para se chegar a uma informação agregada; segundo, cada fonte cobre horizontes de tempo diferentes, o que exigiria a compilação de dados de diferentes fontes; e terceiro, as unidades apresentadas são diferentes, o que exigiria trabalho adicional para sua transformação. Entende-se que pode ser interpretado que esse excesso de dados, com origens diferentes, fracionados, com horizontes de tempo nem sempre adequados pode ser uma das razões como esse mercado é compreendido de maneira tão pouco clara.

Diante das dificuldades de obtenção e compilação de dados, ficou-se com a segunda hipótese apresentada por STERMAN (2000, página 160), ou seja abdicou-se, pelo menos por hora, dos dados quantitativos e optou-se pelo uso de dados qualitativos. Desta forma a hipótese dinâmica adotada será fundamentada no conjunto de considerações feitas por STOPFORD (1997), no capítulo 2, onde o autor apresenta uma análise detalhada dos ciclos no mercado de navegação.

3.3.3 A CARACTERÍSTICA CÍCLICA

A principal característica do mercado de navegação é o seu comportamento cíclico, o que pode ser comprovado por dados estatísticos. Somente a título de exemplo, no período compreendido entre 1869 e 1994 ocorreram doze ciclos no mercado de frete dos navios de carga a granel seca. (STOPFORD, 1997, páginas 45 e 59).

Stoford apresenta as seguintes conclusões sobre esses ciclos, que ele chama de ciclos de curto prazo: tais ciclos são um mecanismo de ajuste econômico, que equilibram a oferta e a demanda, servindo como uma ferramenta que regula os investimentos; um ciclo completo tem quatro estágios: o de baixa, o de recuperação, o de pico e o de colapso, as características de cada um desses estágios serão detalhadas posteriormente; os ciclos são episódicos sem regras que estabeleçam a duração de cada um deles; e não há uma fórmula simples para se prever os ciclos.

Além desse padrão cíclico de curto prazo, Stopford identifica um padrão de longo prazo, que ele relaciona a efeitos causados pelos ciclos econômicos, principalmente os de *Kondratieff*. Tais efeitos não serão estudados no momento, sendo tratados como variáveis exógenas no problema.

3.3.4 ESTÁGIO 1 – PERÍODO DE BAIXA.

Neste estágio podem ser identificadas três características principais. Primeiro é constatada a evidência de excesso de capacidade de transporte; os navios começam a fazer filas em locais de carregamento; e, quando em viagem, reduzem sua velocidade de operação para economizar combustível.

A segunda característica relevante se refere às taxas de frete, que caem para os custos operacionais dos navios menos eficientes. Tais navios começam a ser desativados, ou como é conhecido no mercado, são colocados em *laiup*.

A terceira característica deste estágio deve-se à baixa taxa de frete por longo período. O fluxo de caixa desfavorável, leva os armadores a ficarem sem dinheiro. As companhias em má situação financeira são obrigadas a vender navios a preços baixos, uma vez que há poucos compradores. O preço dos navios de segunda mão cai até o valor pago pelo mercado de demolição, ativando esse setor.

3.3.5 ESTÁGIO 2 – PERÍODO DE RECUPERAÇÃO.

Com a redução da oferta de navios causada pela queda das encomendas e aumento das demolições, a oferta e a demanda se movem para um ponto de equilíbrio. O primeiro sinal de recuperação é um aumento na taxa de frete, passando os custos operacionais, seguido de uma queda na tonelagem de navios desativados. O sentimento do mercado permanece incerto e não previsível. Há uma alternância entre o otimismo com as profundas dúvidas de que realmente haja um período de recuperação. Quando a liquidez aumenta os preços dos navios de segunda mão se elevam e o sentimento de otimismo se firma.

3.3.6 ESTÁGIO 3 – PERÍODO DE PICO.

Quando todo o excesso de capacidade tiver sido absorvido, o mercado entra em um estágio, onde a oferta e a demanda atingem uma situação de equilíbrio muito delicado, devido à elasticidade da demanda ser muito baixa¹⁷. As taxas de frete se elevam ainda mais, e freqüentemente atingem duas ou três vezes os custos operacionais, que também ficam elevados devido ao aumento de velocidade dos navios.

O pico pode levar algumas semanas ou vários anos, dependendo das pressões tanto do lado da oferta como do lado da demanda. Somente os navios sem valor comercial são desativados, a frota opera a velocidade máxima, os armadores estão em uma situação de ótima liquidez, os bancos ficam mais propensos a negociar, a imprensa apresenta reportagens sobre a prosperidade do negócio de navegação, e as companhias abrem suas ações ao mercado. Os preços dos navios de segunda mão aumentam e chegam a ficar superiores aos dos navios novos, a serem construídos nos estaleiros. As encomendas para a indústria de construção naval aumentam, vagarosamente a princípio, com posterior crescimento.

3.3.7 ESTÁGIO 4 – COLAPSO.

Em um determinado momento, a entrega dos navios encomendados na fase de pico, com um atraso natural devido ao intervalo de tempo necessário para sua construção, leva o mercado novamente ao desequilíbrio, devido a um excesso de capacidade de transporte. Quando isso ocorre, o mercado entra na fase de colapso. Apesar da queda no volume de negócios ser geralmente causada por fatores fundamentais, tais como a existência de um ciclo econômico, a situação dos portos vazios leva a um sentimento que pode acelerar o colapso em algumas semanas. As taxas de frete caem; os navios reduzem sua velocidade de operação; e os navios menos atrativos têm que aguardar pela carga. A liquidez permanece elevada. O sentimento é de confusão, mudando a cada corrida por frete.

3.3.8 GRÁFICOS DO MODO DE REFERÊNCIA

Além dos dados descritivos, apresentados nos itens anteriores, STERMAN (2000, página 90), afirma que o modo de referência é um conjunto de gráficos, que mostram como o sistema se comporta ao longo do tempo. Para tanto as hipóteses apresentadas acima foram traduzidas em forma gráfica. O primeiro passo para a obtenção desses gráficos foi reproduzir a figura 2.1 de STOPFORD (1997, página 43), tendo sido obtido o comportamento do frete ao longo do tempo, que é apresentado no Gráfico 1

Em seguida, assumindo-se que nos anos 1,5, no ano 7 e no ano 10,5 a taxa de frete estava no nível do custo operacional, dividiu-se a taxa de frete pelo custo operacional, que define uma taxa de frete relativa; o resultado desta operação está apresentado no Gráfico 2.

O próximo passo foi estimar o comportamento do nível de caixa dos armadores com as taxas de frete obtidas, assumindo-se que os armadores fazem fluxo de caixa positivo quando a taxa de frete é maior ou igual a duas vezes o custo operacional. Observe-se que quando a taxa de frete relativa atinge o valor

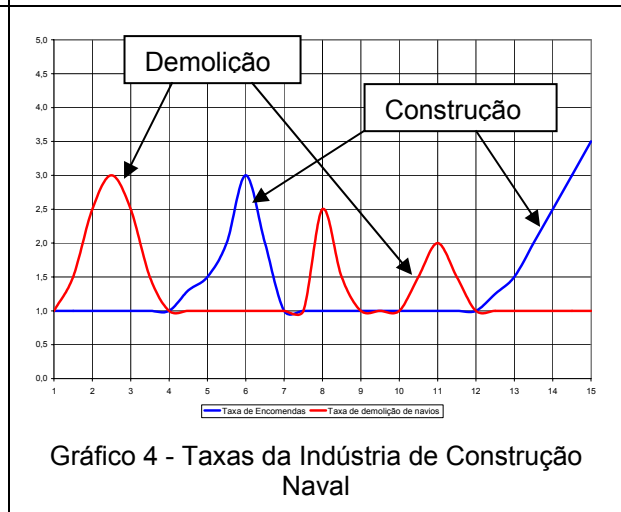
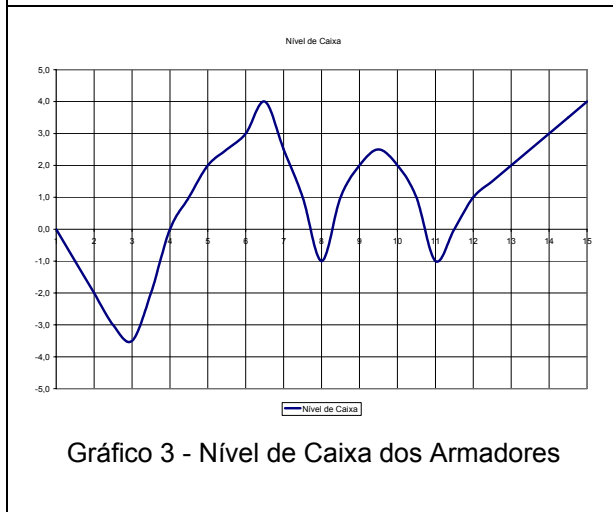
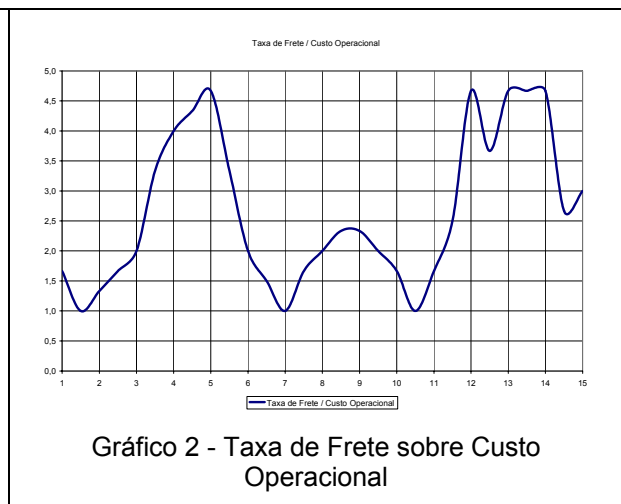
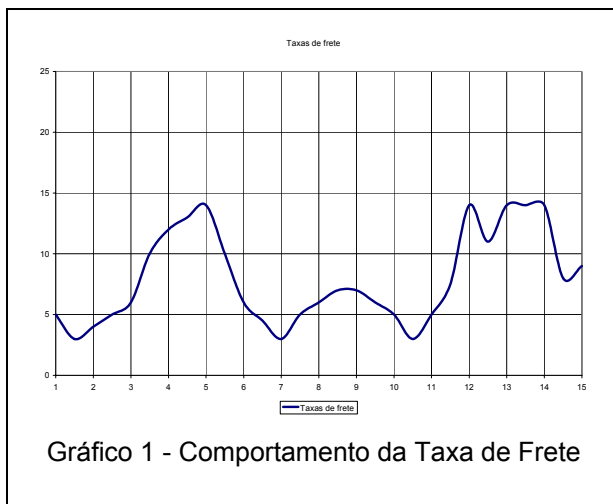
¹⁷ A elasticidade muito baixa indica que mesmo com grande variação da taxa de frete a demanda por transporte varia muito pouco (BRUNSTEIN, 2006).

dois o nível de caixa atinge seu ponto máximo (se a taxa de frete está caindo) ou seu ponto mínimo (se a taxa de frete está subindo). O Gráfico 3 apresenta esse comportamento.

Após a determinação do comportamento do nível de caixa, previu-se a evolução das encomendas para a indústria de construção naval. Quando o nível de caixa fica positivo, há um aumento na taxa de encomendas¹⁸ de navios e a taxa de demolição¹⁹ cai para seu patamar mínimo; por outro lado, quando o nível de caixa fica próximo de zero ou negativo, os armadores reduzem as encomendas a um nível mínimo e há um grande acréscimo na taxa de demolição. Este comportamento é apresentado no Gráfico 4.

É importante ressaltar que tais gráficos têm o objetivo único de verificar o comportamento qualitativo da indústria e que seus valores foram adotados de maneira conveniente para tal fim.

Nos gráficos apresentados, os períodos referentes aos anos de 2 a 3 e 10,5 a 12 representam estágios de recuperação; os períodos referentes aos anos de 3 a 5 e 13 a 14 representam estágios de pico; os períodos referentes aos anos de 5 a 7 e 14 a 15 representam estágios de colapso; e os anos 1 a 2 e 7 a 10,5 representam estágios de baixa. O período entre os anos 13 e 14 teve um micro ciclo com uma queda sucedida por uma alta no mercado de frete.



¹⁸ A taxa de encomendas representa as encomendas de novos navios feitas pelos armadores aos estaleiros; sua unidade será em toneladas por mês.

¹⁹ Taxa de demolição representa a venda de navios dos armadores para os estaleiros de demolição; sua unidade será em toneladas por mês.

3.3.9 HORIZONTE DE TEMPO

STOPFORD (1997, capítulo 2) afirma que os ciclos de curto prazo do mercado apresentaram ao longo do último século um período médio da ordem de 8,2 anos, e que os grandes ciclos econômicos, que STOPFORD (1997, capítulo 4) sugere que sejam os fatos geradores das oscilações de longo prazo, são da ordem de 50 anos (Ciclos de *Kondratieff*), será usado um horizonte de tempo de um século. Julga-se que tal horizonte de tempo será capaz de detectar todas as realimentações existentes no sistema.

3.4 HIPÓTESE DINÂMICA

3.4.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Estando o problema identificado e caracterizado ao longo de um horizonte de tempo adequado, deve-se desenvolver uma teoria, chamada de *hipótese dinâmica*, para formar uma opinião sobre o comportamento observado.

Tal hipótese é dinâmica porque ela deve fornecer uma explicação da caracterização dinâmica do problema em termos de causa e efeito, destacando as características de realimentação e a estrutura de níveis e vazões do sistema. É uma hipótese pois é temporária, sujeita a revisões e pode vir a ser abandonada conforme se obtém conhecimento do mundo real por meio do processo de modelagem.

A hipótese dinâmica é uma tese de como o problema começou. Ela guia os esforços de modelagem focando os esforços do modelista em certas estruturas. Grande parte do restante do esforço de modelagem auxilia no teste dessas hipóteses, tanto por meio do modelo de simulação quanto por experimentos e coleta de dados do mundo real.

3.4.2 DESCRIÇÃO DA HIPÓTESE DINÂMICA

A causa essencial da oscilação é o desencontro no tempo entre a demanda por transporte marítimo e sua oferta. Isto faz com que ora haja escassez, ora haja excesso de oferta de transporte. Tal desencontro no tempo é causado pelas constantes de tempo e tempos de reação diferentes, para os dois lados da indústria (o da oferta e o da demanda). De um lado encontra-se a demanda volátil, do outro um mercado com dificuldade de variar sua oferta e pouco disposto a fazer isso, pelo grande comprometimento de bens de capital.

Quando há escassez as taxas de frete sobem, o que faz com que o fluxo de caixa dos armadores fique positivo, aumentando sua liquidez. Essa liquidez, aliada a taxas de frete positivas, faz com que os armadores fiquem otimistas com o mercado e encomendem navios. Os navios encomendados demoram um determinado período de tempo para serem disponibilizados. Além de decisões equivocadas, causadas pela confusão das informações, observa-se nessa fase a ocorrência de um efeito “manada”, descrito por Hampton, apud STOPFORD (1997, página 42). Na realidade, há uma encomenda superior a necessidade real.

Quando os navios são entregues, observa-se um excesso de capacidade que faz com que as taxas de frete caiam até patamares próximos ao custo operacional. Como os custos fixos dos armadores permanecem, seu fluxo de caixa passa a ser desfavorável. O armador reage reduzindo a velocidade dos navios (redução de custos variáveis) e desativando os menos eficientes (redução de custos fixos). Com o passar do tempo, o armador se vê na necessidade de se desfazer de seu patrimônio para equilibrar o fluxo de caixa e passa a vender navios. Nessa atividade, de maneira geral há uma relutância devido ao efeito âncora²⁰ (VARIAN, 2006, capítulo 30). Como há mais vendedores do que compradores no mercado, os preços dos navios de segunda mão caem até os níveis do mercado de demolição. Os navios demolidos reduzem a frota, equilibram a oferta com a demanda e isto faz com que as taxas de frete melhorem. O aumento das taxas de frete, aliados à redução dos custos fixos, faz com que haja uma melhora no fluxo de caixa dos armadores, que, com o passar do tempo recuperam suas reservas.

Com taxas de frete elevadas e uma situação favorável de caixa os armadores ficam otimistas, mesmo que com certa relutância (observa-se novamente o efeito âncora). Esse otimismo finalmente inicia o processo de novas encomendas, reiniciando o ciclo.

²⁰ O efeito “âncora” ocorre quando se verifica uma tendência em tomar decisões futuras baseado em resultados passados. Desta forma, o armador não quer se desfazer do patrimônio (os navios) em situação desvantajosa, perdendo dinheiro, mesmo que essa seja a melhor opção do momento.

3.5 ELABORAÇÃO DO DIAGRAMA CAUSAL

A Figura 3 apresenta o diagrama causal contendo os elementos essenciais da indústria de navegação. Apesar das simplificações adotadas nessa versão, com por exemplo, em relação a velocidade e a distância média das viagens, esses parâmetros foram explicitados devido a sua importância.

Nele estão representadas variáveis financeiras, variáveis relativas ao mercado de frete e variáveis relativas à indústria de construção naval. As variáveis auxiliares, necessárias para a construção do modelo, foram de forma geral omitidas no diagrama causal.

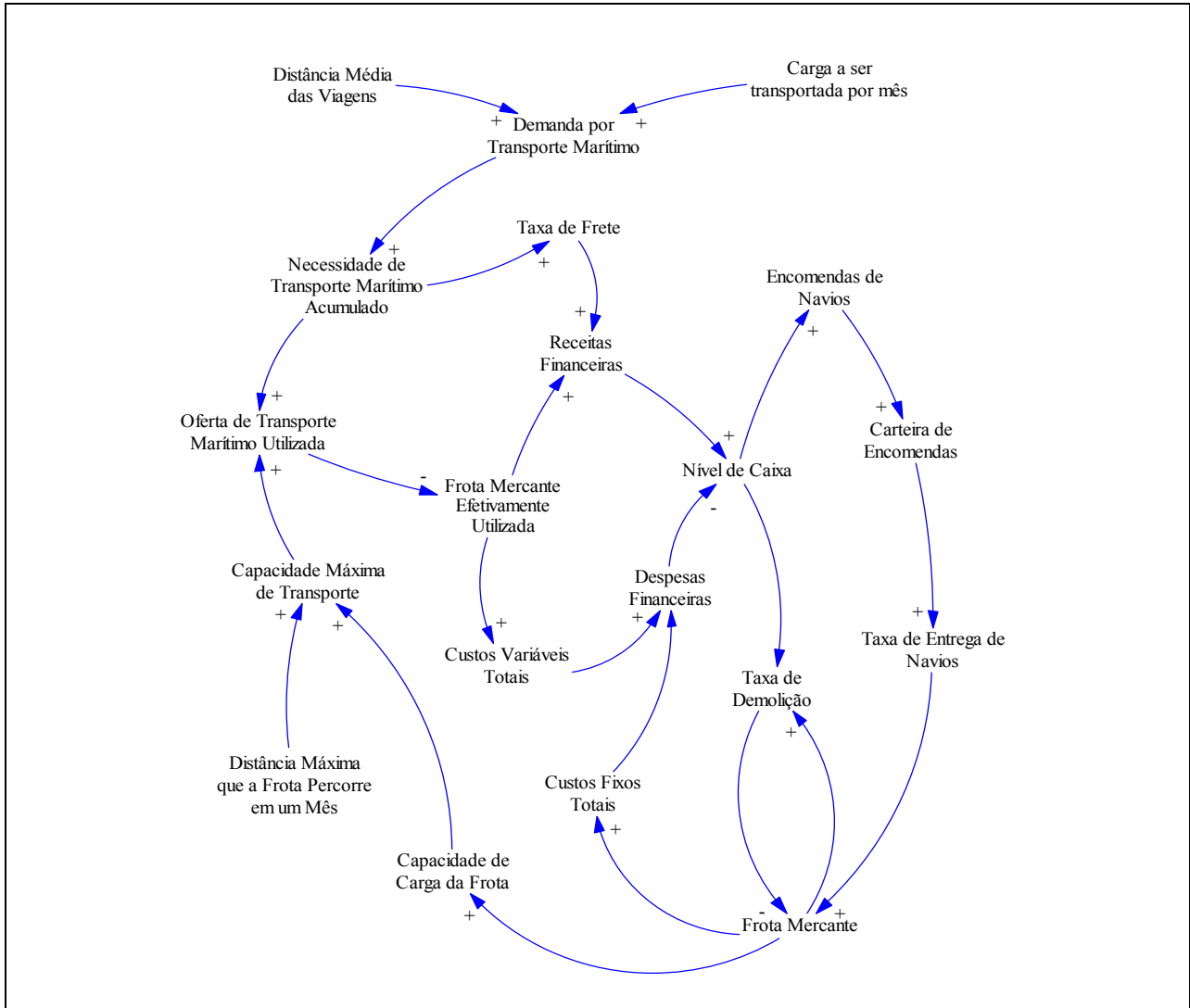


Figura 3 – Diagrama causal dos elementos essenciais da indústria de navegação

Devem ser observadas as relações de causa e efeito entre as variáveis apresentadas procurando entender como cada uma interfere na outra. Cada relação causal apresentada deve ser analisada separadamente das demais. Normalmente, a complexidade não está na relação entre duas variáveis, mas no comportamento do sistema como um todo. Os parágrafos a seguir dão uma descrição das variáveis definidas no modelo.

A primeira parte do modelo a ser analisada é o mercado de frete, composto por três elementos principais: a demanda por transporte marítimo, a oferta por transporte marítimo e a comparação entre as duas. A demanda por transporte marítimo está representada na parte superior do diagrama. Ela é composta por três variáveis: *Distância Média das Viagens* (em milhas), *Demanda por Transporte Marítimo* (em toneladas/mês) e *Carga a transportada por mês* (toneladas*milhas/mês). A *Demanda por Transporte Marítima* é igual ao produto das outras duas variáveis.

A oferta de transporte marítimo está representada na parte inferior esquerda do diagrama. Ela é composta por três variáveis: a *Distância Máxima que a Frota Percorre em um Mês* (em milhas/mês), a

Capacidade de Carga da Frota (em toneladas), e a *Capacidade Máxima de Transporte* (em toneladas*milhas/mês). A *Capacidade Máxima de Transporte* é igual ao produto das outras duas variáveis.

Completando a visualização do mercado de frete tem-se a comparação entre a oferta e a demanda que está representada na parte esquerda do diagrama, entre as duas já apresentadas. Esta parte é composta por duas variáveis: a *Necessidade de Transporte Marítimo Acumulado* (em toneladas*milhas) e a *Oferta de Transporte Marítimo Utilizada* (em toneladas*milhas/mês). Uma metáfora para esta comparação seria: o lado da demanda coloca a carga no cais para ser transportada. O lado da oferta vem e coloca a carga nos navios, se a quantidade de carga a ser transportada é superior à capacidade de transporte disponível, a carga excedente fica no cais; se a capacidade da frota for maior do que carga no cais, ela transporta toda a carga. Ao longo do tempo essa carga no cais vai representando o excesso ou a falta de capacidade de transporte.

A segunda parte do modelo a ser analisada é o mercado financeiro, que é representado na parte central do diagrama. Ele é composto por sete variáveis: *Taxa de Frete* (em \$/toneladas/mês); *Receitas Financeiras* (em \$/mês); *Frota Mercante Efetivamente Utilizada* (em toneladas); *Custos Variáveis Totais* (em \$/mês); *Custos Fixos Totais* (em \$/mês); *Despesas Financeiras* (em \$/mês); e *Nível de Caixa* (em \$).

O cálculo da *Taxa de Frete* deriva da *Necessidade de Transporte Marítimo Acumulada*, sendo calculado por meio de variáveis auxiliares. As *Receitas Financeiras* são calculadas com base na *Taxa de Frete* e na *Frota Mercante Efetivamente Utilizada*; os *Custos Variáveis Totais* são calculados em função da *Frota Mercante Efetivamente Utilizada*; os *Custos Fixos Totais* são calculados em função da *Frota Mercante* (que será tratada no próximo item); as *Despesas Financeiras* são a soma dos *Custos Variáveis Totais*; e dos *Custos Fixos Totais*; finalmente, o *Nível de Caixa* é calculado como uma função das *Receitas Financeiras* e das *Despesas Financeiras*.

A terceira parte a ser analisada é a Indústria de Construção Naval, que é representada na parte direita do diagrama. Ela é composta por cinco variáveis: *Encomendas de Navios*, (em toneladas/mês); *Carteira de Encomendas*, (em toneladas); *Taxa de Entrega de Navios* (em toneladas/mês); *Frota Mercante* (em toneladas); e a *Taxa de Demolição* (em toneladas/mês). As *Encomendas de Navios* são geradas em função do *Nível de Caixa*; a *Carteira de Encomendas* é função das *Encomendas de Navios* (+) e da *Taxa de Entrega de Navios* (-); a *Taxa de Entrega de Navios* é função da *Carteira de Encomendas* e do *Tempo Médio de Construção* (não representado no diagrama causal); a *Frota Mercante* representa a capacidade dos navios existentes e é função da *Taxa de Entrega de Navios* (+) e da *Taxa de Demolição de Navios* (-); finalmente, a *Taxa de Demolição de Navios* é função do *Nível de Caixa* e da *Frota Mercante*.

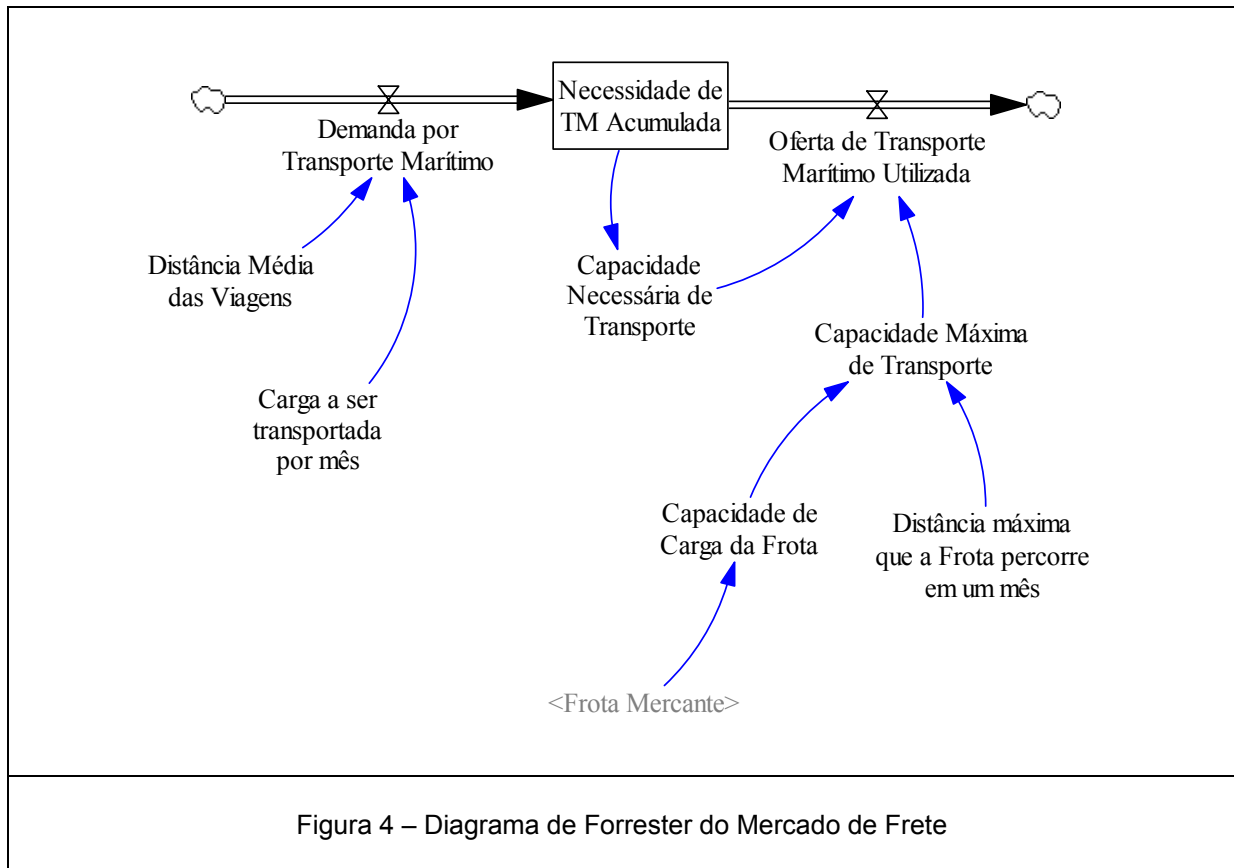
3.6 DIAGRAMA DE FORRESTER

Para facilitar a compreensão o modelo foi separado em quatro grupos, cada um deles representando uma visão no VENSIM. O próprio software inclui um grupo adicional, chamado de grupo de controle, que apresenta os parâmetros de controle da simulação, e é identificado como “.control”. Dos demais grupos têm-se: o primeiro representa o mercado de frete; o segundo representa o mercado de construção naval; o terceiro representa o mercado financeiro, que estabelece o fluxo de caixa dos armadores; e o quarto representa as definições de parâmetros do modelo.

Para cada parte do modelo são apresentados seu diagrama de Forrester e as equações, que foram obtidas a partir da facilidade de documentação do próprio VENSIM; tanto quanto possível, foi mantida a forma original disponibilizada pelo *software*.

3.6.1 MERCADO DE FRETE

A Figura 4 apresenta o diagrama de Forrester do Mercado de Frete. Nele têm-se duas vazões que representam a demanda por transporte e a oferta de transporte efetivamente utilizada. O nível representa a necessidade de transporte marítimo que está acumulada, ou seja a carga que está no cais esperando transporte. Seu valor mínimo deve ser zero (não há necessidade de transporte acumulada negativa) e seu valor máximo indica a capacidade necessária para transportar a carga que “está no cais” até seu destino, no período de um mês. A variável auxiliar *Capacidade Necessária de Transporte* simplesmente faz o acerto de unidades.



As equações relativas ao Mercado de Frete estão apresentadas na Tabela 2. As definições das variáveis são apresentadas em seus comentários. Nas equações são usadas variáveis de outros grupos, que eventualmente ainda não foram apresentadas. Sua definição consta no seu grupo na equação que a define.

Tabela 2 - Equações do grupo Mercado de Frete

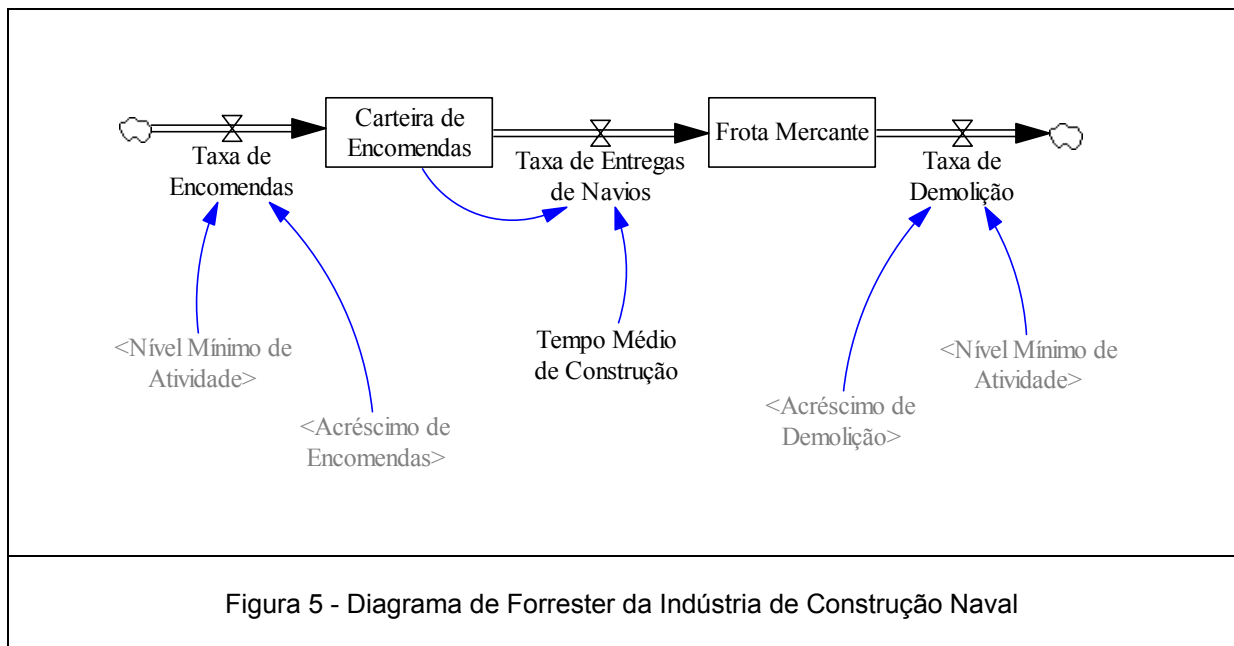
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade de Carga da Frota = Frota Mercante • Units: Toneladas • É a máxima quantidade de carga que pode ser colocada dentro dos navios da frota.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade Máxima de Transporte= Capacidade de Carga da Frota * Distância máxima que a Frota percorre em um mês • Units: Milhas*Toneladas/Mês • Representa a máxima capacidade de transporte em um mês.
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidade Necessária de Transporte = Necessidade de TM Acumulada/Período de um mês • Units: Milhas*Toneladas/Mês • Representa a quantidade de carga que deveria ser transportada em um mês para zerar a demanda por carga acumulada.
<ul style="list-style-type: none"> • Carga a ser transportada por mês = 1e+006 • Units: Toneladas/Mês • É a quantidade de carga que precisa ser transportada. Adotado um valor constante.
<ul style="list-style-type: none"> • Demanda por Transporte Marítimo= • Carga a ser transportada por mês * Distância Média das Viagens • Units: Milhas*Toneladas/Mês • Define a demanda mensal por transporte marítimo, com as unidades sugeridas por STOPFORD (1997)
<ul style="list-style-type: none"> • Distância máxima que a Frota percorre em um mês = Utilização da frota por mês * Velocidade dos Navios * Horas por Dia • Units: Milhas/Mês • É a distância máxima que a frota pode percorrer em um mês.

Tabela 2 - Equações do grupo Mercado de Frete

<ul style="list-style-type: none"> • Distância Média das Viagens = 4000 • Units: Milhas • Distância média que um navio percorre em uma viagem. Adotado o mesmo valor sugerido por RAFF (1960).
<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de TM Acumulada = INTEG (Demanda por Transporte Marítimo – Oferta de Transporte Marítimo Utilizada, 0) • Units: Toneladas*Milhas • Representa o acúmulo da demanda por transporte marítimo que eventualmente não foi atendida.
<ul style="list-style-type: none"> • Oferta de Transporte Marítimo Utilizada = MIN(Capacidade Máxima de Transporte, Capacidade Necessária de Transporte) • Units: Milhas*Toneladas/Mês • Representa a oferta de transporte que foi utilizada, sendo o valor mínimo entre o necessário e o máximo disponível
<ul style="list-style-type: none"> • Período de um mês= 1 • Units: Mês

3.6.2 INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO NAVAL

Os principais elementos relativos à indústria de construção naval foram incluídos nesta parte do modelo. A Figura 5 apresenta o diagrama de Forrester deste grupo; e a **Tabela 3** apresenta suas equações.



Essa indústria foi modelada com dois níveis e três vazões. O primeiro nível representa a carteira de encomendas, que inclui os navios que já iniciaram a construção e aqueles que só foram encomendados. O segundo nível apresenta a frota mercante, incluindo os navios em atividade e os navios que não estão sendo usado. A compensação dos navios desativados é feita na forma como são calculados os custos.

Além dos dois níveis foram definidas três vazões que representam respectivamente a taxa de encomendas de navios, a taxa de entrega de navios e a taxa de demolição de navios. A taxa de encomendas tem sempre um nível mínimo de atividade, para garantir a renovação da frota, e um acréscimo de atividade que ocorre quando o nível de liquidez dos armadores é maior que zero. Nesta versão essa taxa muda instantaneamente, nas próximas versões deve ser feito um acréscimo menos íngreme, segundo algum critério a ser analisado posteriormente. A taxa de entregas de navios é função da carteira de encomendas e do tempo médio de construção de navios, adotado como dezoito meses. Deve ser observado que o fato desta taxa ser uma função da carteira de encomendas, embute a atividade dos estaleiros por aumentarem sua capacidade quando a carteira é grande e diminuir quando a carteira diminui. A última taxa que resta neste grupo é a de demolição; esta taxa também tem um patamar mínimo, para garantir a renovação da frota, e quando o mercado entra em crise ela tem um

acréscimo, para reduzir o tamanho da frota. A observação com relação ao chaveamento desta variável é similar ao do chaveamento da taxa de encomendas.

Tabela 3 - Equações do Mercado de Construção Naval

<ul style="list-style-type: none"> • Carteira de Encomendas = INTEG (Taxa de Encomendas-Taxa de Entregas de Navios, 0) • Units: Toneladas • Representa os navios encomendados e os navios em construção. Em versões posteriores este nível pode ser desagregado, de forma a representar os navios que já começaram a ser construídos e os que ainda não o começaram.
<ul style="list-style-type: none"> • (18) Frota Mercante = INTEG (+Taxa de Entregas de Navios-Taxa de Demolição, 1e+006) • Units: Toneladas • É a capacidade, em toneladas, da frota mercante. há aqui uma simplificação de unidades, pois normalmente esse valor é dado em dwt; entretanto, a simplificação não compromete a dinâmica do modelo, pois seria só multiplicar por uma constante.
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de Demolição = MIN(Nível Máximo de Atividade, Acréscimo de Demolição) + +Nível Mínimo de Atividade • Units: Toneladas/Mês • Quantidade de navios demolidos por mês (em toneladas). É sempre mantido um nível mínimo de atividades para permitir a renovação de uma pequena parte da frota, conforme ela vai ficando muito velha para operar.
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de Encomendas=MIN(Acréscimo Encomendas, Nível Máximo de Atividade) + +Nível Mínimo de Atividade • Units: Toneladas/Mês • Quantidade de navios encomendados por mês (em toneladas). É sempre mantido um nível mínimo de atividades para permitir a renovação de uma pequena parte da frota, conforme ela vai ficando muito velha para operar.
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa de Entregas de Navios = Carteira de Encomendas / Tempo Médio de Construção • Units: Toneladas/Mês • Quantidade de capacidade de carga que é entregue por mês. É uma função da carteira de encomendas e do tempo médio de construção dos navios.
<ul style="list-style-type: none"> • Tempo Médio de Construção = 18 • Units: Mês • É o intervalo de tempo que um navio leva para ser construído. Em modelos mais detalhados, esse valor poderia ser uma função do nível de estágio tecnológico do estaleiro.

3.6.3 MERCADO FINANCEIRO

A parte do modelo relativa ao setor financeiro foi representada neste grupo. A Figura 6 apresenta seu diagrama de Forrester e a **Tabela 4** apresenta suas equações. Neste grupo tem-se um nível, que representa a liquidez dos armadores, e duas vazões, que representam suas receitas financeiras e suas despesas²¹. Nesta versão foi assumido que a única fonte de receita dos armadores é oriunda dos fretes cobrados pelas viagens. As despesas têm duas origens, os custos variáveis, aplicáveis aos navios da frota que estão operando, e os custos fixos, aplicáveis a todos os navios da frota.

²¹ Embora haja uma diferença técnica entre despesas e custos, tanto para a contabilidade quanto para a economia, essas diferenças foram omitidas neste trabalho.

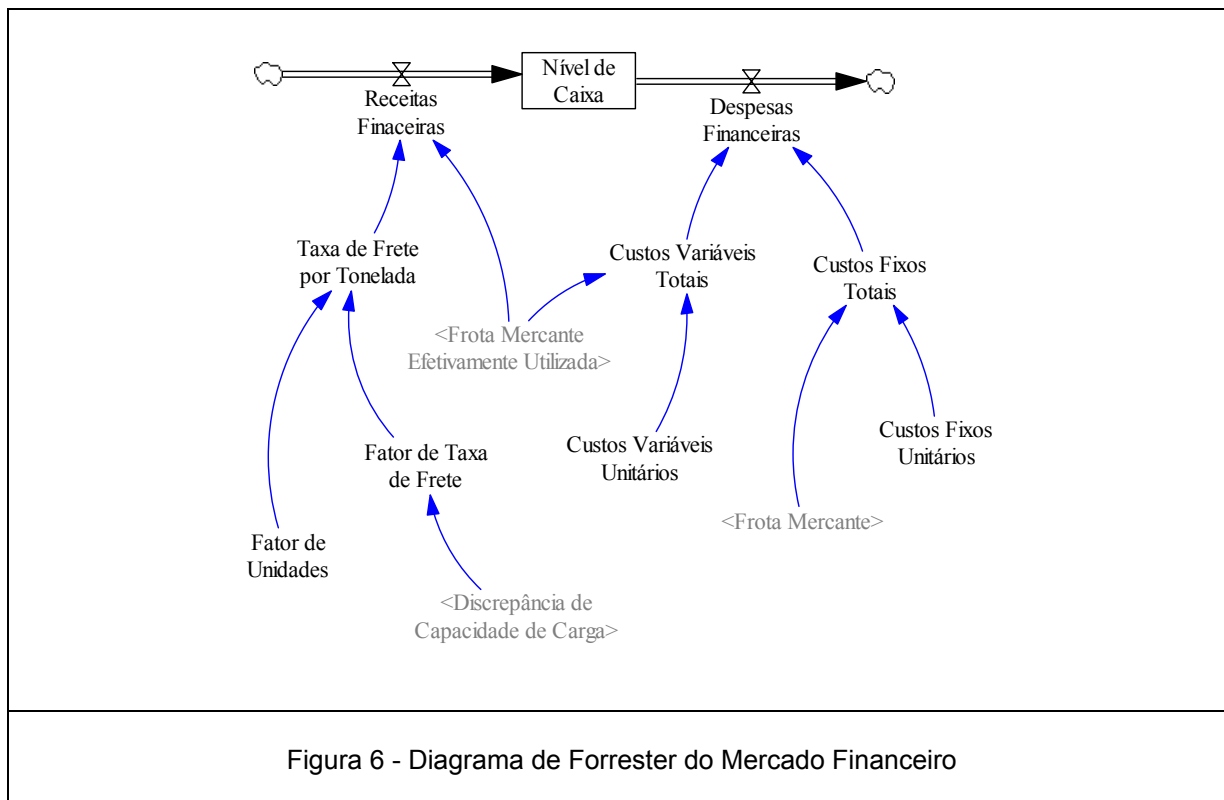


Figura 6 - Diagrama de Forrester do Mercado Financeiro

Tabela 4 - Equações do Mercado Financeiro	
<ul style="list-style-type: none"> • Custos Fixos Totais = Custos Fixos Unitários * Frota Mercante • Units: Dólar/Mês • Representa os custos fixos de manutenção da frota. São aplicáveis a todos os navios. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Custos Fixos Unitários = 1 • Units: Dólar/Toneladas/Mês • Valor de custos fixos unitários adotado para esta versão do modelo; representa o custo fixo de se manter a frota de navios. O valor adotado é uma aproximação do apresentado por STOPFORD (1997) em suas planilhas do Capítulo 5. 	
<ul style="list-style-type: none"> • (35) Custos Variáveis Totais = Custos Variáveis Unitários * Frota Mercante Efetivamente Utilizada • Units: Dólar/Mês • Representa os custos variáveis de operação da frota. Só são aplicáveis aos navios navegando. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Custos Variáveis Unitários = 1 • Units: Dólar/(Toneladas*Mês) • Custo variável unitário adotado para esta versão do modelo, que representam os custos variáveis de operar os navios por tonelada. O valor adotado é uma aproximação do apresentado por STOPFORD (1997) em suas planilhas do Capítulo 5. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Despesas Financeiras = Custos Fixos Totais + Custos Variáveis Totais • Units: Dólar/Mês • Representa todas as despesas financeiras dos armadores. Nesta versão do modelo inclui os custos de operar a frota mais os custos fixos de manter a frota. 	
<ul style="list-style-type: none"> • (38) Fator de Taxa de Frete = WITH LOOKUP (Discrepância de Capacidade de Carga, (((0,0)-(10,10)],(0,1),(0.9,1.2),(1.2,1.7),(1.5,3),(2,10),(10,10))) • Units: Dmnl • Define um fator adimensional que é função do acúmulo da quantidade de carga que não está sendo transportada 	
<ul style="list-style-type: none"> • Fator de Unidades = 1 • Units: Dólar/Toneladas/Mês • Fator aplicado para tornar coerentes as unidades do modelo 	

Tabela 4 - Equações do Mercado Financeiro	
<ul style="list-style-type: none"> Nível de Caixa = INTEG (+Receitas Financeiras-Despesas Financeiras, 0) Units: Dólar Representa o dinheiro em caixa dos armadores. Quando o nível de caixa é maior que zero, há uma maior atratividade por construir navios, e uma atratividade mínima por demolir os navios; quando for inferior a zero a situação se inverte. 	
<ul style="list-style-type: none"> Receitas Financeiras = Frota Mercante Efetivamente Utilizada * Taxa de Frete por Tonelada Units: Dólar/Mês Representa o total de receitas financeiras por parte dos armadores. Nesta versão a única receita modelada são os valores oriundos das taxas de frete. 	
<ul style="list-style-type: none"> Taxa de Frete por Tonelada = Fator de Taxa de Frete * Fator de Unidades Units: Dólar/Toneladas/Mês Define o fator da taxa de frete em unidades consistentes. 	

3.6.4 DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS

Com o propósito de não congestionar e garantir a expressividade dos diagramas de Forrester os parâmetros menos relevantes para a compreensão do modelo foram separados em um grupo próprio, por isso chamado de *Definição de Parâmetros*. A Figura 7 apresenta o diagrama de Forrester desse grupo e a **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta a definição de suas equações.

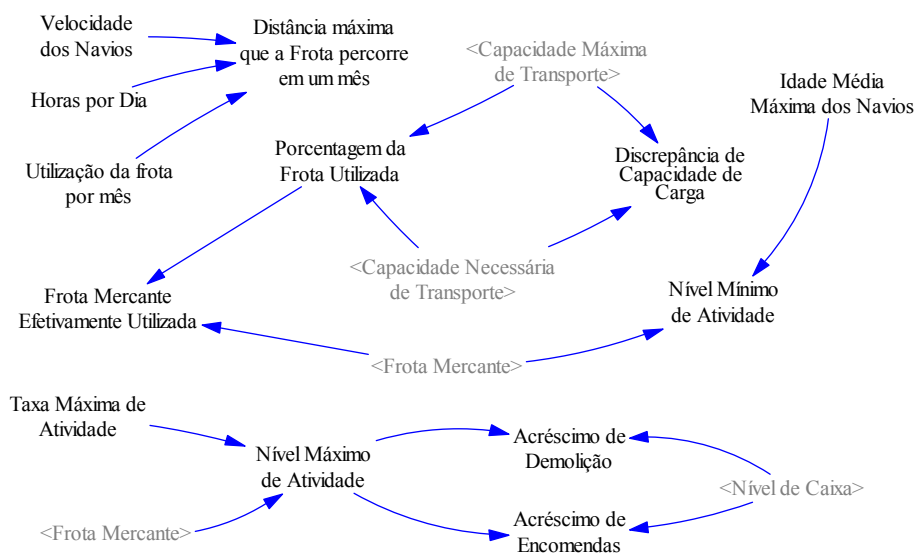


Figura 7 - Diagrama de Forrester da Definição de Parâmetros

Tabela 5 - Equações para a Definição de Variáveis	
<ul style="list-style-type: none"> Acréscimo de Demolição=IF THEN ELSE (Nível de Caixa < 0, Nível Máximo de Atividade , 0) Units: Toneladas/Mês Esta variável define a lógica de demolição. Se o nível de caixa for inferior a zero a taxa de demolição vai para seu valor máximo. 	
<ul style="list-style-type: none"> Acréscimo de Encomendas=IF THEN ELSE(Nível de Caixa > 0, Nível Máximo de Atividade , 0) Units: Toneladas/Mês Esta variável define a lógica de construção. Se o nível de caixa for superior a zero a taxa de construção vai para seu valor máximo. 	

Tabela 5 - Equações para a Definição de Variáveis
<ul style="list-style-type: none"> • Discrepância de Capacidade de Carga=$\text{Capacidade Necessária de Transporte} / \text{Capacidade Máxima de Transporte}$ • Units: Dmnl • É a razão entre a capacidade de carga necessária e a capacidade máxima de transporte. Quando for maior que 1, indica que a frota está pequena; quando for inferior a um, indica que a frota está grande.
<ul style="list-style-type: none"> • Frota Mercante Efetivamente Utilizada=$\text{Frota Mercante} * \text{Porcentagem da Frota Utilizada}$ • Units: Toneladas • Indica a parte da frota que foi efetivamente utilizada para transportar carga.
<ul style="list-style-type: none"> • Horas por Dia = 24 • Units: Hora/Dia • Usado para calcular a distância que um navio pode se deslocar em um dia.
<ul style="list-style-type: none"> • Idade Média Máxima dos Navios = $30 * 12$ • Units: Mês • Indica a idade máxima (média) que os navios operam. De forma indireta é o parâmetro que estabelece o nível mínimo de atividade, tanto para os estaleiros construtores quanto para os de demolição.
<ul style="list-style-type: none"> • (11) Nível Máximo de Atividade=$\text{Frota Mercante} * \text{Taxa Máxima de Atividade}$ • Units: Toneladas/Mês • Define a capacidade máxima de construção dos estaleiros. Como é um valor percentual da frota, embute de maneira indireta o crescimento de atividade dos estaleiros.
<ul style="list-style-type: none"> • Nível Mínimo de Atividade=$\text{Frota Mercante} / \text{Idade Média Máxima dos Navios}$ • Units: Toneladas/Mês • É o nível de atividade, tanto nos estaleiros construtores quanto nos de demolição. Não depende da situação do mercado de frete e do nível de caixa dos estaleiros.
<ul style="list-style-type: none"> • Porcentagem da Frota Utilizada =$\text{MIN}(1, \text{Capacidade Necessária de Transporte} / \text{Capacidade Máxima de Transporte})$ • Units: Dmnl • Indica, em valor percentual, a quantidade da frota que foi utilizada, limitada a 100%
<ul style="list-style-type: none"> • Taxa Máxima de Atividade = 0.011 • Units: 1/Mês • Esta taxa é capaz de praticamente dobrar a capacidade da frota em 5 anos.
<ul style="list-style-type: none"> • Utilização da frota por mês = 15 • Units: Dia/Mês • Média da quantidade de dias que um navio navega efetivamente.
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidade dos Navios = 13 • Units: Milhas/Hora • Velocidade média da frota. Nesta versão foi assumida como constante, mas na realidade pode variar dependendo do tipo de navio. Para um graneleiro típico a faixa de operação varia de 11 a 15 nós.

4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Para se observar o comportamento do modelo foi simulado um período de 1.200 meses (um século). Os resultados obtidos estão apresentados nos gráficos Gráfico 5 a Gráfico 9. Como o propósito deste trabalho é fazer uma análise qualitativa sobre a indústria, optou-se por apresentar os gráficos em escala menor mas juntos em uma página.

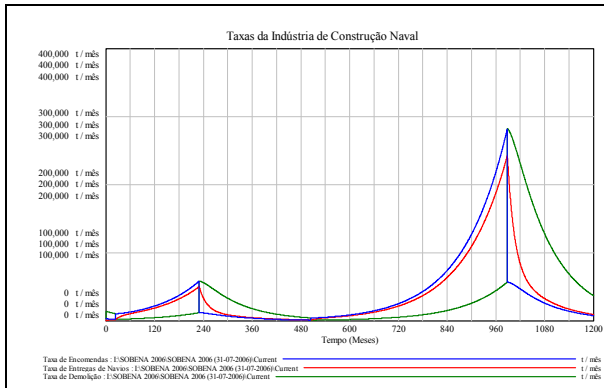


Gráfico 5 - Taxas da Indústria de Construção Naval

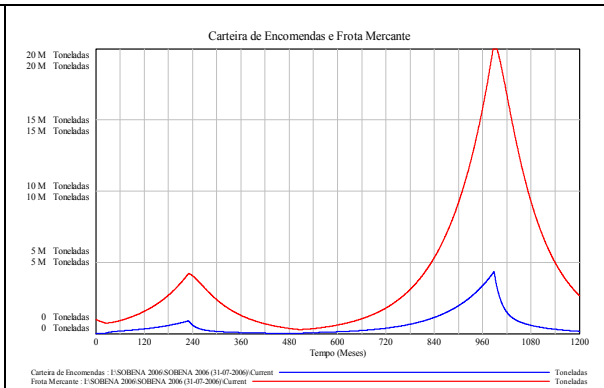


Gráfico 6 - Carteira de Encomendas e Frota Mercante

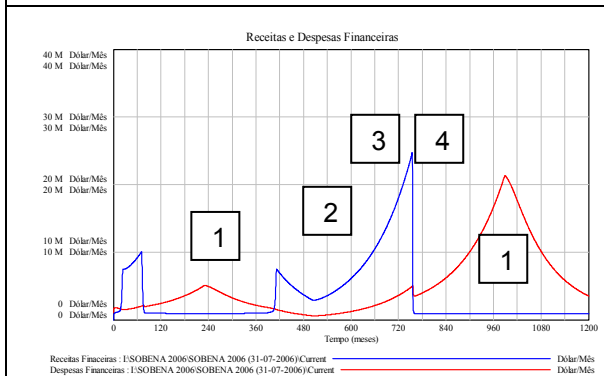


Gráfico 7 - Receitas e Despesas Financeiras

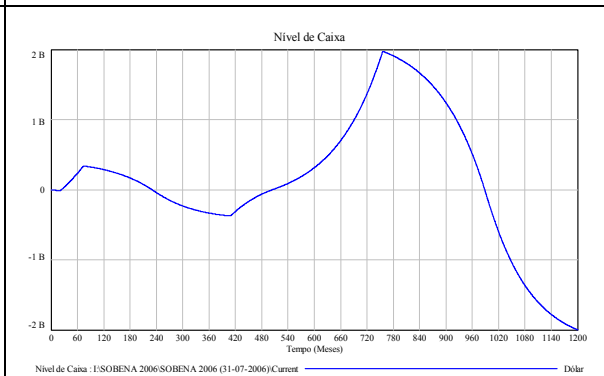


Gráfico 8 - Nível de caixa dos armadores

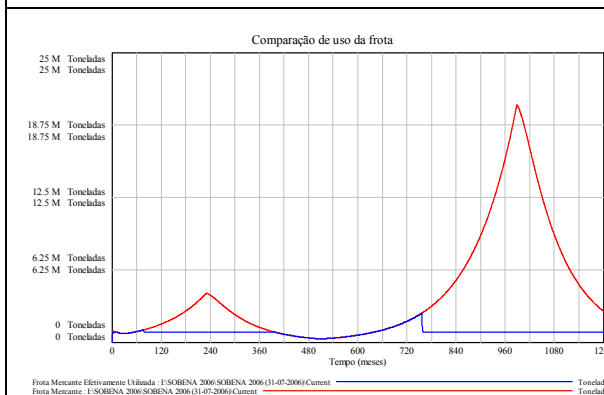


Gráfico 9 - Comparação de uso da Frota

Nos gráfico de Receitas e Despesas Financeiras são apresentados 4 números, que tem os seguintes significados:

- 1 → Estágio de baixa;
- 2 → Estágio de recuperação;
- 3 → Estágio de pico; e
- 4 → Estágio de colapso.

Os Gráfico 5 e Gráfico 6 são relativos à indústria de construção naval. O primeiro apresenta, a taxas de encomendas (em azul), a taxa de entregas de navios (em vermelho) e a taxa de demolição de navios (em verde); e o segundo apresenta a quantidade de navios na frota mercante (em azul) e a carteira de encomendas (em vermelho). Os Gráfico 7 e Gráfico 8 são relativos ao mercado financeiro. O primeiro apresenta as despesas financeiras (em vermelho) e as receitas financeiras (em azul); e o segundo o nível de recursos financeiros em caixa. O Gráfico Gráfico 9 apresenta a comparação entre a frota mercante total (em vermelho) e a frota efetivamente utilizada (em azul).

4.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.2.1 COMPARAÇÃO GERAL

Os resultados apresentam dois ciclos completos, desta forma julga-se que o modelo atingiu seu objetivo principal que era demonstrar o comportamento cíclico do mercado. Cabe lembrar que o mercado real oscila a um período médio de 8,2 anos, bastante diferente do período observado pelo modelo. Os próximos itens comparam os resultados obtidos com cada estágio que ocorre nos diferentes ciclos.

4.2.2 ESTÁGIO 1 – PERÍODO DE BAIXA.

A comparação do comportamento previsto pelo modo de referência e o comportamento apresentado pelo modelo para o período de baixa é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Comparação para o período de baixa

Modo de referência	Modelo
Evidência de excesso de capacidade	Modelo se comportou adequadamente. A oferta de navios supera a demanda (Gráfico 9).
Navios em viagem reduzem sua velocidade	Não observado, pois a variação de velocidade dos navios não foi modelada.
As taxas de frete caem	Modelo se comportou adequadamente. As receitas atingem um patamar mínimo (Gráfico 7).
Navios menos eficiente são desativados	Modelo se comportou adequadamente, de maneira indireta. Como houve excesso de capacidade, uma parte dos navios não será utilizada (Gráfico 9).
Baixa taxa de frete gera fluxo de caixa negativo. Companhias em má situação financeira vendem navios.	Modelo se comportou adequadamente. A queda da taxa de frete gera fluxo de caixa negativo, reduz a liquidez dos armadores (Gráfico 8)
Preço dos navios de segunda mão cai ativando o mercado de demolição.	Modelo se comportou adequadamente. O mercado de demolição foi ativado no estágio de baixa (Gráfico 5)

4.2.3 ESTÁGIO 2 – PERÍODO DE RECUPERAÇÃO.

A comparação do comportamento previsto pelo modo de referência e o comportamento apresentado pelo modelo para o período de recuperação é apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 - Comparação para o período de recuperação

Modo de referência	Modelo
A oferta e a demanda se equilibram. Há aumento das taxas de frete, que passam os custos operacionais, seguido de uma queda na tonelagem de navios desativados.	O modelo se comportou adequadamente. Há um equilíbrio entre oferta e demanda por navios (Gráfico 9), seguida de um aumento na taxa de frete, refletida no aumento de receitas (Gráfico 7).
O sentimento do mercado permanece incerto e não previsível. Há uma alternância entre o otimismo com as profundas dúvidas que realmente haja um período de recuperação.	O sentimento do mercado não foi incluído no modelo, portanto não foi observado.
Assim que a liquidez aumenta os preços dos navios de segunda mão aumentam e o sentimento de otimismo se firma.	O preço do navio de segunda mão não foi incluído no modelo, portanto não foi observado.

4.2.4 ESTÁGIO 3 – PERÍODO DE PICO.

A comparação do comportamento previsto pelo modo de referência e o comportamento apresentado pelo modelo para o período de pico é apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Comparação para o período de pico

Modo de referência	Modelo
O excesso de capacidade é absorvido. O mercado entra em um estágio, onde as taxas de frete são altas, freqüentemente duas ou três vezes os custos operacionais.	O modelo representou bem a fase de pico. No período em que a oferta de transporte acompanha a demanda (Gráfico 9), as taxas de frete são elevadas, o que reflete na receita (Gráfico 7) atingindo ao máximo no final do período.
O pico pode levar algumas semanas ou vários anos, dependendo das pressões tanto do lado da oferta como do lado da demanda.	Com relação ao segundo item, não cabe avaliação, pois o modelo não foi sintonizado.
Somente os navios sem valor comercial são desativados, a frota opera a velocidade máxima, os armadores estão em uma situação de ótima liquidez	Com relação ao terceiro item, o modelo se comportou corretamente; durante o pico as taxas de demolição estão em seu valor mínimo (Gráfico 5).
Os preços dos navios de segunda mão aumentam e chegam a ficar superiores aos dos navios novos.	Com relação ao quarto item, não cabe avaliação, pois o modelo não incluiu o mercado de segunda mão.
As encomendas para a indústria de construção naval aumentam, vagarosamente a princípio, com posterior crescimento.	O modelo se comportou corretamente; pode ser visto que as encomendas crescem vagarosamente no início e depois crescem de maneira mais acentuada (Gráfico 5).

4.2.5 ESTÁGIO 4 – COLAPSO.

A Tabela 8 apresenta a comparação do comportamento previsto no modo de referência e o comportamento apresentado pelo modelo.

Modo de referência	Modelo
As taxas de frete caem.	O modelo se comportou adequadamente; o momento do colapso pode ser determinado na Gráfico 9, quando as duas curvas se separam; neste momento há uma queda brusca da taxa de frete, que acarreta uma redução drástica das receitas (Gráfico 7).
Os navios reduzem sua velocidade de operação e os navios menos eficientes tem que aguardar pela carga.	A variação de velocidade dos navios não foi modelada.
A liquidez permanece elevada. O sentimento é de confusão, mudando a cada corrida por frete.	O modelo se comportou corretamente; no momento do colapso os armadores estavam com alta liquidez (Gráfico 8 - Nível de caixa dos armadores).

5. CONCLUSÕES

Como foi apresentado no Capítulo 2, a indústria marítima mundial é um sistema complexo com vários elementos interagindo entre si, com as conseqüências das decisões surgindo em momentos distantes no espaço e no tempo. A complexidade desses sistemas precisa ser tratada de maneira adequada de forma a permitir uma melhor compreensão dos diversos fatores que influenciam seu comportamento emergente.

A Dinâmica de Sistemas tem comprovado ser uma ferramenta adequada na manipulação de sistemas complexos, e tem elementos que permitem o desenvolvimento de modelos formais que expressem a interações entre as variáveis principais desses sistemas, permitem a expressão clara das hipóteses assumidas, além de fornecer resultados confiáveis, baseados nas premissas adotadas.

Ao longo do trabalho foi desenvolvido um modelo da indústria mundial de navegação, que apesar de sua proposital simplicidade captura a principal característica da indústria, seu comportamento oscilatório, além de expressar vários aspectos de seu comportamentos; adicionalmente, auxilia na compreensão do

problema que se apresenta aos participantes deste nicho econômico. Os resultados obtidos foram comentados à luz do modo de referência apresentado, confirmando a hipótese dinâmica adotada.

Desta forma, parece que a Dinâmica de Sistemas é realmente uma ferramenta adequada para adquirir compreensão do mercado e o desenvolvimento desse modelo pode contribuir para o setor marítimo brasileiro, melhorando sua compreensão e facilitando o entendimento dos principais fatores envolvidos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASTRUP FEARNLEYS.** Fearnley's Annual Review. Oslo: 2000. disponível em: http://www.fearnresearch.com/asset61/1/61_1.pdf. Acesso em 13/06/2006.
- BRUNSTEIN, I.** Economia de Empresas: gestão econômica de negócios. São Paulo: Editora Atlas, 2005.
- CHO D. S.; PORTER M. E.** Changing Global Industry Leadership: The Case of Shipbuilding. In: PORTER, M. E. Competition in Global Industries. Massachusetts: Havard Business School Press, p. 15-60, 1986.
- CORRÊA, H.; CORRÊA, C.** Administração da Produção e Operações. São Paulo: Editora Atlas, 2ª edição, 2006.
- CUNHA, M.** A indústria de construção naval: uma abordagem estratégica. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Departamento de Engenharia Naval. São Paulo: 2006.
- DORNER, D.** The logic of failure: recognizing and avoiding errors in complex situations. New York: Metropolitan Books, 1996.
- FORRESTER, J. W.** Industrial Dynamics. Cambridge: MIT Press, 1961.
- FORRESTER, J. W.** System Dynamics and K-12 Teachers. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology (Memorandum D-4665-5), 1996.
- IFS - International Financial Services.** Maritime Services City Business Series. Londres: 2005. disponível em: http://www.balticexchange.com/media/pdf/cbs_maritime_services_2005.pdf, acesso em 13/07/2006.
- LYNEIS, D.** Rubrics for understanding System Dynamics Models. DynamiQuest 2000 Committee, revisado em 2001. Disponível em <http://www.clexchange.org/ftp/documents/Implementation/IM2001-03RubricsForSDTools.pdf>, acesso em 06/06/2006
- ONU – Organização das Nações Unidas.** Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar. Versão Oficial em português, 1982.
- RAFF, A.** Dynamics of Tankship Industry. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 1960. (Dissertação de Mestrado).
- ROBERTS, N. (et al)** Introduction to Computer Simulation: A System Dynamics Modeling Approach. EUA: Addison-Wesley Publishing, 1983.
- SENGE, P.** A quinta disciplina: arte e prática da organização que aprende. Rio de Janeiro: Best Seller Ltda, 2005.
- SHIMIZU, T.** A decisão nas organizações. São Paulo: Editora Atlas, 2ª edição, 2006.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; e JOHNSTON, R.** Administração da Produção. São Paulo: Editora Atlas, 2ª edição, 2002.
- SMITH, Adam.** The Wealth of Nations. Publicado em 2000 por Robert Reich. Random House, Inc. Estados Unidos, 2000.
- STERMAN, J. D.** The energy transition and the economy: A system dynamics approach. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge: 1981.
- STERMAN, J. D.** Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Boston: Irwin McGraw-Hill, 2000.
- STERMAN, J. D.** A Skeptic's Guide to Computer Models. Disponível em: http://web.mit.edu/jsterman/www/Skeptic's_Guide.pdf. Acesso em 30/07/2006.
- STOPFORD, M.** Maritime Economics. Londres: Routledge, 2nd. Edition, 1997.
- VARIAN, H.** Microeconomia: princípios básicos. Tradução da 7ª edição de Intermediate Microeconomics: a modern approach. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.