

# Gestão de portos brasileiros e do BRICS: uma análise comparativa sobre seus problemas logísticos e a resolução por meio da tecnologia de informação

*Management of Brazilian and BRICS ports: a comparative analysis of their logistical problems and their solution through information technology*

Priscilla Cristina Cabral Ribeiro<sup>1</sup>

Nathalia Cosendey Fraga<sup>2</sup>

Camilla Torres Clarkson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Doutora em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE/UFRJ, e Professora no Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ [Brasil]  
priscillaribeiro@id.uff.br

<sup>2</sup>Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ [Brasil]  
nathalia.cosendey@hotmail.com

<sup>3</sup>Graduanda em Engenharia de Produção na Universidade Federal Fluminense – UFF, Niterói, RJ [Brasil]  
camillaclarkson@id.uff.br

## Resumo

Os portos brasileiros apresentam problemas causados pela falta de investimento e inovação, levando a gargalos na movimentação das mercadorias. O mesmo ocorre em portos dos países integrantes do BRICS. Para a solução destes gargalos, uma opção seriam as Tecnologias de Informação (TI), que atuam como facilitadoras na gestão e operação portuárias. Neste artigo, tem-se como objetivo analisar os principais problemas encontrados nos portos do BRICS e propor soluções para estes por meio do uso de TIs. Assim, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, por meio do levantamento em bases, como Scopus e SciElo, além de *websites* institucionais. Para o problema de alocação de berço, a otimização mostrou-se mais eficaz; quanto ao congestionamento, utilizou-se simulação, otimização e RFID, enquanto que para problemas de gestão, Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) e outras TIs (Electronic Data Interchange – EDI) auxiliariam na integração dos atores desse sistema logístico, minimizando grande parte dos problemas.

**Palavras-chave:** BRICS. Gestão. Logística. Portos. Tecnologia da Informação.

## Abstract

Brazilian ports have many logistics problems caused by lack of investment and innovation, leading to bottlenecks in the movement of goods. The same occurs at the ports of BRICS member countries. In order to solve the bottlenecks, an option could be the use of information technology (IT), which acts as a facilitator for managing and operating ports. The purpose of this article is to analyze the main problems found at BRICS ports and propose solutions to them through the usage of IT. To do this, a bibliographic search was carried out in the Scopus and SciElo databases, as well as in institutional websites. For berth allocation problems, optimization solutions were more effective; for bottlenecks, simulation, optimization, and RFID technology were used; and for management problems, intelligent transportation systems (ITS) and other IT solutions, such electronic data interchange (EDI), helped in the integration of logistic system actors, minimizing a majority of the problems.

**Key words:** BRICS. Management. Logistics. Ports. Information Technology.

## 1 Introdução

O ritmo do crescimento das trocas comerciais tem superado a velocidade da produção de mercadorias, impactando no crescimento do transporte aquaviário, em especial, na movimentação de contêineres (Sczufca, 2012). De acordo com Monié e Vasconcelos (2012), o sistema marítimo portuário mundial é responsável pelo escoamento de aproximadamente 90% do comércio internacional. Por conseguinte, é necessário um investimento em infraestrutura portuária, visando a um aumento da produtividade e a diminuição dos tempos de serviço, para a manutenção da competitividade do Brasil em escala global.

Perrupato (2010) afirma que a matriz de transportes brasileira é desbalanceada, com forte concentração no modal rodoviário, considerando-se as dimensões do País. Wanke, Barbastefano e Hijjar (2011) ratificam essa declaração, pois, segundo esses autores, a maioria dos terminais brasileiros tem capacidade baixa para as exportações, devido à falta de investimento na expansão da capacidade destes terminais.

De acordo com o relatório Global Competitiveness Report 2014-2015 (Schwab, 2014), o Brasil ocupa a 122<sup>a</sup> colocação, entre 144 países, em infraestrutura portuária, atrás de todos os demais países do BRICS (Rússia, Índia, China e África do Sul). Segundo Wanke e Barros (2015), as parcerias público-privadas auxiliariam os portos brasileiros a atingirem níveis altos de eficiência e escala, melhoraria a coordenação dos processos, ter-se-ia Tecnologias da Informação (TI) mais adequadas e conectividade alta com outros modais de transportes.

No contexto internacional, demanda-se a sincronização de múltiplos atores e a retroalimentação de informação em tempo real para a coordenação de processos produtivos de valor agregado. Para Ke, Ho, Peng e Ke (2014), as TIs têm sido utilizadas

em outras áreas, mas não em terminais portuários, em que poderiam prover grandes resultados. Para Zhao, Liang e Han (2012), as TIs e também o comércio eletrônico reforçam as tendências de crescimento do transporte, afetam o meio ambiente, reduzindo o tempo e aumentando a área geográfica das operações de transporte. Segundo Silva, Vieira, Leman, Senna (2015), o governo brasileiro está desenvolvendo nos portos públicos um conjunto de ações de inteligência logística portuária para alcançar estes níveis de eficiência.

Neste artigo, tem-se como objetivo analisar os principais problemas encontrados nos portos do BRICS e propor soluções para estes por meio do uso de TIs. Como questão central de pesquisa, tem-se: “Como as TIs podem solucionar os principais problemas encontrados nos portos do BRICS?”. Os pontos de estrangulamento (problemas) que serão explorados neste artigo são: o Problema de Alocação de Berços (PAB), os congestionamentos e os problemas de gestão. O PAB consiste na falha ocorrida quando o porto tem de alocar para cada navio um berço de atracação e uma quantidade de tempo para realizar suas operações de carregamento/descarregamento. Os congestionamentos são atrasos excessivos devido aos engarrafamentos, tendo como fonte uma questão de oferta (recursos do terminal) e demanda (número de caminhões). Os problemas de gestão estão relacionados a tempos de atracação e liberação, custos, falta de inovações e baixa qualidade dos serviços, impactando diretamente na percepção do cliente final quanto à qualidade dos serviços prestados pelo porto. Para a resolução dessas dificuldades, as principais TIs apresentadas são: para o Problema de Alocação de Berços (PAB), modelos de simulação e modelos de otimização; para o problema dos congestionamentos, a Radio-Frequency Identification (RFID); e os Sistemas de Transporte Inteligentes (Intelligent Transport Systems – ITS), para os problemas de gestão (Arango, Cortés, Onieva, & Escudero, 2012).

## 2 Metodologia

Neste artigo, foram realizadas uma pesquisa bibliográfica e uma documental. A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, como livros e artigos científicos. Na pesquisa documental, as fontes são diversificadas e dispersas, como arquivos de órgãos públicos, e esta se vale de materiais que não receberam ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa (Gil, 2010; Souza, Santos, & Dias, 2013). A principal vantagem da pesquisa bibliográfica reside no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente. Essa vantagem torna-se particularmente importante quando o problema de pesquisa requer dados muito dispersos pelo espaço (Gil, 2010), como é o caso neste estudo. A pesquisa bibliográfica foi realizada por meio do levantamento em base de dados, como Scopus e SciElo, e a documental em *websites* institucionais com os dados dos principais portos de cada país.

Quanto à abordagem, optou-se pela qualitativa, que aproxima teoria e fatos, descreve e interpreta episódios isolados ou únicos, privilegiando o conhecimento da relação entre contexto e ação (método indutivo), realizando uma análise do fenômeno a partir da subjetividade e percepção do pesquisador (Berto & Nakano, 2000; Campomar, 1991). Campomar (1991) complementa que tal abordagem é realizada sem medidas e as possíveis inferências não são estatísticas.

A amostragem apresentada foi a não probabilística, sendo destituída de qualquer rigor estatístico. Esta técnica tem como característica principal o fato de que não se utilizam formas aleatórias de seleção, tornando-se impossível a aplicação de fórmulas estatísticas para o cálculo de, por exemplo, erros da amostra. Em outras

palavras, não são passíveis de receber certos tipos de tratamento estatístico.

Na amostra, foram escolhidos os principais portos organizados e terminais de uso privado (TUP), três de cada, em movimentação de cargas, de acordo com o boletim anual de movimentação de cargas de 2013 da Antaq (2014). São eles: os portos de Santos, Itaguaí e Paranaguá, que são públicos, e os TUPs de Tubarão, Ponta da Madeira e Almirante Barroso. Contudo, o foco foi no maior porto organizado, público: o de Santos. Em relação aos portos do BRICS apresentados, esses foram delimitados no principal de cada país. O passo seguinte foi o levantamento dos principais problemas encontrados nos portos.

Os problemas encontrados na revisão de literatura foram: problema de alocação de berços (PAB), de atribuição de guias de cais e de agendamento de guias de cais, de calado, de congestionamentos e de gestão. Como somente os problemas de alocação de berços, de congestionamento e de gestão tiveram soluções, via uso de TIs identificadas na literatura, o foco neste artigo foi na apresentação e na busca de solução desses gargalos. A partir dos resultados encontrados, realizou-se uma análise sobre as principais TIs utilizadas nestes portos (Brasil e BRICS) para solução destes gargalos encontrados.

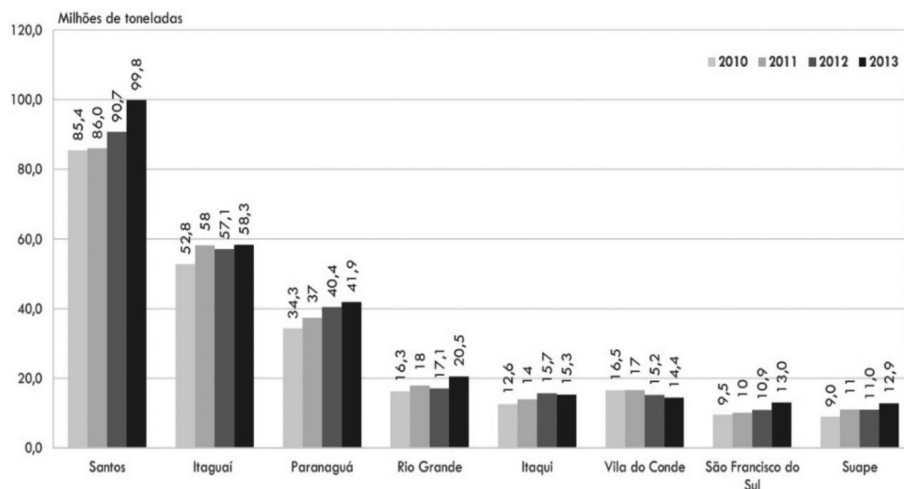
## 3 Principais portos do BRICS e o uso de Tecnologia da Informação

### 3.1 Desempenho dos portos

No Brasil, de acordo com a Lei dos Portos, o porto organizado é definido como um “bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias

estejam sob jurisdição de autoridade portuária”. O TUP é definido como “instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado” (Lei n. 12 185, 2013).

Na Figura 1, observa-se que o Porto de Santos teve crescimento de 17% em sua movimentação, de 2010 a 2013, e um desempenho superior em 10% no intervalo de 2012 a 2013, sendo determinantes para o ocorrido o crescimento da movimentação de contêineres (8%), de açúcar (16,8%), soja (9,4%) e milho (12,6%) (Antaq, 2014). O porto de Suape foi o de menor desempenho, devido à fraca movimentação de graneis líquidos.



**Figura 1: Evolução da movimentação de cargas nos principais portos organizados**

Fonte: Antaq (2014).

Com a mudança desse quadro no primeiro semestre de 2014, o aumento de 64,6% nessas movimentações gerou um aumento de 42,7% em relação ao mesmo período de 2013 (Cavalcanti, 2014). Em relação aos TUPs, a Figura 2 apresenta a movimentação de cargas no ano de 2013.

O TUP de melhor desempenho em movimentação, em 2013, foi o de Tubarão, devido ao alto investimento realizado em infraestrutura, tornando-o o maior e mais eficiente porto de exportação de minério de ferro do mundo (Vasconcellos, 2013). E o pior foi o Almirante Soares Dutra, ape-

sar de ter obtido a quinta colocação na movimentação de combustíveis, óleos minerais e derivados (Antaq, 2014).

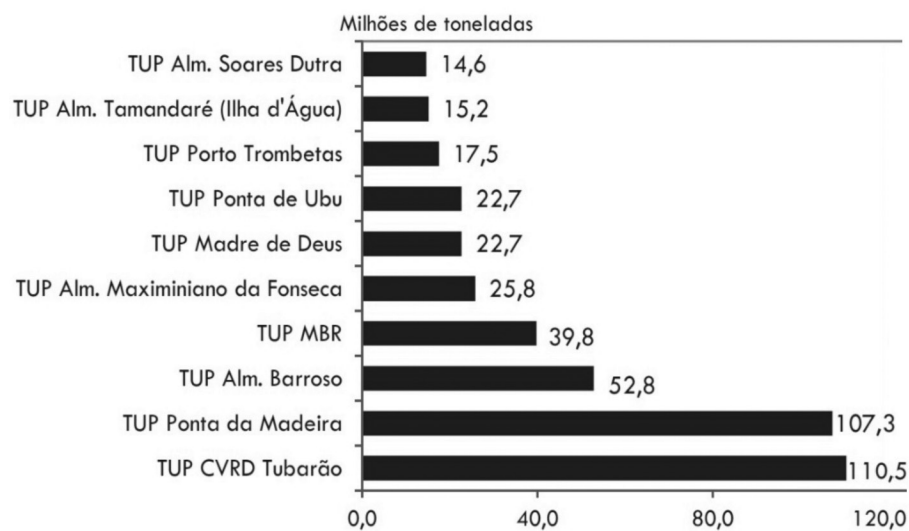
Na Rússia, o porto de São Petersburgo é o mais importante, pois é a porta de entrada europeia para o país e é um importante elo entre o leste e o oeste. Foi privatizado em 1992, e, somente em 2011, a reorganização ficou completa. Fornece diversos tipos de serviços e é considerado um “porto universal”, pois lida com uma variedade de cargas, dispondo da infraestrutura necessária para tais cargas. Em 2013, movimentou 2.524.680 contêineres (Brett, 2014); e, em 2015, o *turnover* do porto foi o

de 7,9 milhões de toneladas, 2,9% abaixo do movimentado em 2014 (OJSC, 2015).

A Índia possui, segundo Donato (2014), 13 portos principais, dentre eles, 12 públicos e apenas um privado, que, no primeiro trimestre de 2014, movimentaram 1,94 milhões de toneladas, um aumento de 4% em relação ao ano anterior. Seu principal porto, o Jawaharlal Nehru Port Trust (JNPT), localizado na cidade de Mumbai, está

entre os 50 maiores portos do mundo em movimentação de contêineres, movimentando 4,5 milhões por ano. Além disso, é responsável por, aproximadamente, 60% do total de exportações e importações realizadas, e responde por 25% da receita gerada pelo país no setor (Fraga, 2013).

Entre os países do BRICS, a China destaca-se com o porto de Xangai, considerado o maior porto do mundo. Ele movimentou, em 2012, quase 750 milhões de toneladas de carga. O porto possui 125 berços de atracação, mas responde por apenas um quarto do comércio exterior chinês (Cargobr,



**Figura 2: Principais TUPs em movimentação - 2013**

Fonte: Antaq (2014).

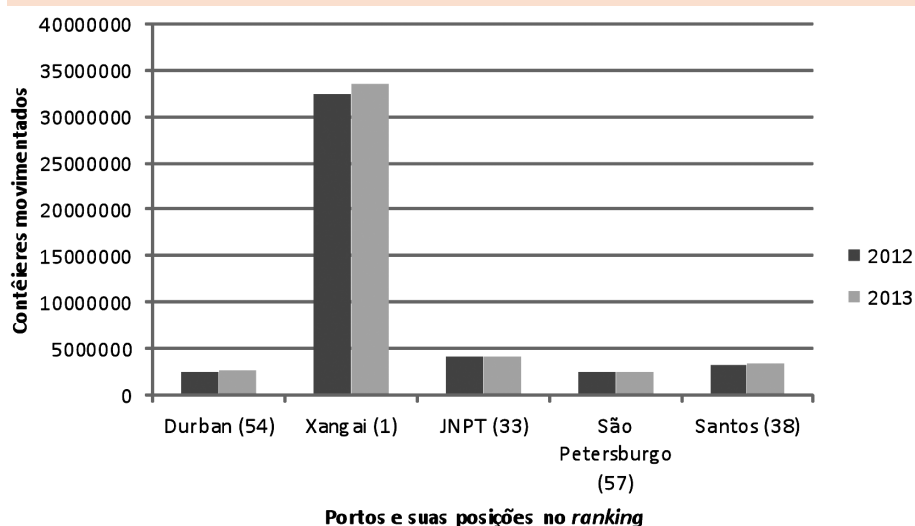
2014). Contudo, a eficiência dos terminais de contêineres no país é bastante reduzida, principalmente devido à ineficiência de escala. Há uma grande diferença entre a eficiência de diferentes grupos de portos chineses, por exemplo, os terminais Yangtze River Delta e Bohai Rim têm uma eficiência relativamente alta, mas Southeast Coast e Pearl River Delta já têm, comparativamente, uma eficiência baixa. Além disso, há um desperdício excessivo nas entradas do terminal de contêiner (Li, Luan, & Pian, 2013).

Em Taiwan, Bai e Lam (2014) afirmam que os portos têm uma infraestrutura e sistemas de gerenciamento de TI avançados, enquanto os de Fujian são ricos em recursos e têm um acesso vasto à hinterlândia principal. Essa formação de um *cluster* de portos no Estreito de Taiwan tem algumas vantagens, podendo melhorar a competitividade

de ambos os portos citados, principalmente pela governança eficiente e a integração entre eles. Contudo, aqui neste artigo, focou-se no porto de Xangai.

O porto de Durban ocupa um ponto estratégico para o transporte e para a cadeia logística com 60% de todas as importações e exportações passando por ele, assumindo uma função estratégica no crescimento econômico na África do Sul (Transnet, 2010). Ele está si-

tuaado na costa leste africana, tem 57 berços e uma movimentação de 4.000 embarcações por cada ano, concentra, em média, 61% de toda a movimentação de contêineres realizada no país, movimentando 31,4 toneladas, e toda a carga é transportada a uma taxa de 83 mil contêineres por mês, convertendo-o em o maior porto do hemisfério Sul em 2011 (Inchcape Shipping Services, 2011). Na Figura 3, pode-se observar o *ranking* dos portos.



**Figura 3: Principais portos do BRICS em movimentação de contêineres - 2012-2013**

Fonte: Brett (2014).

Observa-se, na Figura 3, que todos os portos do BRICS abordados estão com números bem próximos em movimentação de contêineres, com exceção do porto de Xangai, que ocupa o primeiro lugar entre todos os portos do mundo nessa categoria. O JNTP foi o único porto dos citados anteriormente a ter uma queda de desempenho de 2,3%, de 2012 a 2013.

### 3.2 Problemas portuários

Ainda que os portos estudados tenham investimentos em TIs, alguns problemas da atividade portuária persistem. De acordo com Bierwirth e Meisel (2015), o planejamento de operações costeiras em terminais de contêineres abrange, principalmente, o Problema de Alocação de Berços (PAB), baixo calado, congestionamentos e gestão.

#### 3.2.1 Problema de Alocação de Berços (PAB)

Segundo Frojan, Correcher, Alvarez-Valdes, Koulouris e Tamarit (2015), o PAB consiste em alocar, para cada navio, um berço de atracação em determinado período de tempo para realizar suas operações de carregamento/descarregamento. De acordo com o espaço do terminal, diversos tipos de problemas e modelos de resolução para estes problemas podem ser identificados. Em modelos de PAB são dados o *layout* do berço e um conjunto de navios que precisa ser alocado. As embarcações devem ser ancoradas dentro dos limites do cais e não podem ocupar o mesmo espaço no cais simultaneamente. Diversos modelos de otimização para a alocação de berços foram propostos na literatura para capturar características reais de problemas práticos (Bierwirth & Meisel, 2015). Esses autores propuseram um esquema para classificar tais modelos de acordo com quatro atributos: atributo espacial, temporal, de tempo de manipulação e a medida de desempenho, todos voltados para a otimização deste processo.

#### 3.2.2 Congestionamentos

O processo de carregamento ou descarregamento de contêineres ocorre quando transportadores ou associados movimentam contêineres, demandando às empresas de transporte o envio de caminhões até o terminal. Contudo, se isso ocorre na mesma janela de tempo, o terminal fica sobrecarregado e seu pátio de armazenamento congestionado, levando a problemas ambientais e de tráfego. Do ponto de vista dos terminais, é dada uma prioridade na operação dos navios, como operações de carga e descarga e operação de transbordo, do que em operações na hinterlândia, ou seja, a região que conta com o sistema logístico que se destina ao porto recebe pouca atenção. Assim, se o operador do terminal tiver conhecimento dos horários previstos de chegada dos caminhões de todas as transportadoras, ele poderá trabalhar no ajuste dos tempos de chegada, evitando que as cargas cheguem à mesma janela de tempo, descongestionando os acessos (Phan & Kim, 2015).

Além disso, a origem desses atrasos é uma questão de oferta e demanda. Dado que os recursos de um terminal (canais, funcionários e gruas de cais) variam muito pouco, este problema é causado, geralmente, pela flutuação do horário de chegada de caminhões. Isto acontece porque, na maioria dos portos, os caminhões chegam de acordo com sua própria conveniência, sem um aviso prévio à autoridade portuária, o que faz com que haja alguns períodos durante o dia em que a demanda exceda, consideravelmente, a oferta, resultando em congestionamentos (Sharif, Huynh, & Vidal, 2011).

Para Chen, Govindan e Yang (2013), a redução da fila de caminhões também pode ser alcançada por meio da expansão da capacidade portuária, mas isso nem sempre é possível devido ao grande custo, o que faz com que o gerenciamento da chegada dos caminhões (Truck Arrival Management – TAM) receba mais atenção.



### 3.2.3 Problemas de gestão

Sordi (2005) comenta que, de forma geral, os ambientes portuários apresentam pouca eficiência operacional e oportunidades para projetos e ações que elevem esses indicadores: redução de tempos e de custos, inovações e melhoria da qualidade dos serviços. Assim, problemas nos processos portuários impactam diretamente na percepção do cliente final – o importador e o exportador – quanto à qualidade dos serviços percebidos de maneira bastante simples e direta, por meio da constatação de atraso na entrega da carga no local de destino.

Do ponto de vista público, os portos marítimos têm um papel socioeconômico estratégico a desempenhar e devem favorecer e defender o interesse público. Portanto, eles devem sustentar a economia nacional, favorecer o fluxo comercial com outros países, gerar emprego, prestar um serviço público e contribuir para a melhoria da qualidade de vida, respeitando, por exemplo, o meio ambiente (Chlomoudis & Pallis, 2004; Goss, 1990; Grewal & Darlow, 2007; Paixão & Marlow, 2003).

Contrariamente, a partir de um ponto de vista privado, portos marítimos devem ser como qualquer outro setor econômico e buscar o lucro. Com esse objetivo, é necessária a criação de um mercado competitivo, para fornecer aos usuários capacidade de movimentação adequada a preços competitivos, legislação voltada ao ramo, controle e planejamento sobre nome do Estado que deve assumir um ambiente de mercado transparente e livre (Moglia & Sanguineri, 2003). De acordo com esta segunda visão do papel do porto no sistema econômico, o investimento e os riscos empresariais devem ter uma remuneração adequada. Neste sentido, a reforma realizada em vários países tem tentado fornecer respostas adequadas às mudanças ambientais radicais e às situações críticas operacionais e de gestão emergentes (Brooks & Cullinane, 2007). Ela tem orientado, sobretudo,

suas ações em três direções: a renovação do regime de trabalho portuário; uma maior eficiência na gestão portuária; e a busca de mecanismos mais poderosos para financiar o investimento (Brooks & Pallis, 2008; World Bank, 2007).

## 4 Discussão e análise de resultados

### 4.1 Comparação das características dos portos

Neste artigo, realizou-se uma análise no setor portuário brasileiro e dos demais países do BRICS, com ênfase nos seus problemas logísticos. Foi observado que o porto de Santos se destaca, tanto em movimentação de cargas, em geral, quanto em movimentação de contêineres, ocupando o posto de principal porto público brasileiro no primeiro quesito, e estando entre os cinquenta melhores do mundo no segundo. Considerado hoje o maior da América Latina, totalizou 99,8 milhões de toneladas de carga movimentada em 2013, assumindo, assim, papel de destaque na economia brasileira. Apesar disso, se comparado ao principal porto de cada país do BRICS, o porto de Santos se encontra em terceiro lugar (ocupando a 38ª posição em movimentação de contêineres) e possui resultados nitidamente inferiores ao melhor deste grupo, o Porto de Xangai.

O Porto de Xangai, maior porto do mundo em movimentação de cargas, transporta cerca de 200 milhões de toneladas de mercadorias anualmente, registrando uma movimentação mais de duas vezes maior que a de Santos no ano de 2013. Na segunda colocação do grupo, encontra-se o Porto indiano JNPT, localizado na cidade de Mumbai, movimentando 4,5 milhões de contêineres por ano, contra 3,1 milhões movimentados por Santos no ano de 2012, ocupando a 33ª posição no *ranking*, segundo o critério da movimentação

de contêineres. Atrás do Porto de Santos, estão os portos de Durban, na África do Sul (54ª colocação), e São Petersburgo, na Rússia (57ª colocação). Um dos portos mais movimentados do continente africano, Durban é responsável por 61% de toda a movimentação de contêineres realizada no país, movimentando 31,4 toneladas. Já, na Rússia, o ponto-chave é seu número reduzido de grandes portos, causando congestionamento de cargas, já que existem somente seis portos distribuídos em 20.000 km de costa. O Quadro 1 relaciona algumas características encontradas na literatura acerca dos principais portos dos países do BRICS, respectivamente: Santos, no Brasil; São Petersburgo, na Rússia; JNPT, na Índia; Xangai, na China e Durban, na África do Sul.

País	Porto	Características
China	Xangai	Liderança em movimentação de contêineres, obtendo movimentação quase dez vezes superior ao Porto de Santos.
Índia	JNPT	Queda de desempenho de 2012 para 2013. Ainda assim, movimentou quase 50% a mais que Santos em 2012.
África do Sul/ Rússia	Durban/ São Petersburgo	Apresentam resultados inferiores aos demais portos.
África do Sul	Durban	Concentra 61% da movimentação de contêineres realizada no país.

**Quadro 1: Portos nos países do BRICS: principais características**

Fonte: As autoras.

Após a análise, identificaram-se as TIs já implementadas nos portos do BRICS. No Porto de São Petersburgo, são utilizados o VTS e o PMIS. Na Índia, o Jawaharlal Nehru Port Trust (JNPT) tem sido pioneiro em otimizar a execução de atividades rotineiras com a ajuda do EDI e do VTS, o que garantiu uma interação sem obstáculos e efi-

ciente entre o porto, seus usuários e clientes. Para facilitar a troca de mensagens, o porto utiliza o Port Community System (PCS), que é uma plataforma eletrônica que conecta sistemas múltiplos operados por várias organizações, sejam aeroportos ou portos (International Port Community Association [IPCSA], 2017).

No Porto de Xangai, há, entre os projetos já existentes e em ação no porto, o Tally Wireless Control System (TWCS), o Unmanned Automatic Container Yard e o Intelligent Management System of Container Operation. Na África do Sul, a TPT se tornou o primeiro operador portuário a utilizar o sistema de operação de terminais portuários Navis SPARCS N4, a partir de uma localização central por meio de 21 terminais marítimos e ferroviários, e o Transnet National Ports Authority (TNPA) começou o processo de registro pelo tão aguardado Integrated Port Management System (IPMS). No Quadro 2, encontra-se uma breve explicação acerca de cada TI mencionada acima, relacionando-a com suas principais características.

## 4.2 Análise dos problemas e do uso das TIs pelos BRICS

Os maiores gargalos encontrados foram o baixo calado, os congestionamentos de caminhões e o problema de alocação de berços e o de gestão. Segundo Pinheiro e Frischtak (2014), o Brasil tem um baixo desempenho nas pesquisas comparativas internacionais porque há cerca de duas décadas foi investido abaixo do mínimo necessário para compensar a depreciação do capital fixo *per capita*, que é estipulado em 3% do Produto Interno Bruto (PIB).

O Porto de Santos registrou estadia média de navios de 18,7 dias para a realização de carga da safra de milho, dos quais 87,4% do total foram tempos de espera. Os longos tempos de permanência, com elevado percentual de inativi-



TI	Características
Vessel Traffic Service (VTS)	É um sistema de segurança marítima que monitora a movimentação dos navios melhorando a segurança navegacional.
Vessel Traffic Management Information Service (VTMIS)	É um sistema de auxílio eletrônico à navegação, com capacidade para prover a monitoração ativa do tráfego aquaviário, devendo ter a capacidade de interagir com o tráfego e responder a situações que se desenvolvem dentro da área de VTS.
Port Community System (PCS)	É uma plataforma eletrônica que liga os vários sistemas operados por uma variedade de organizações que compõem uma comunidade portuária.
Port Management Information System (PMIS)	É um sistema de gestão integrada das operações portuárias que registra todas as informações referentes às atividades do navio quando este entra no porto. Também permite fazer o registro e a faturação de todos os serviços prestados ao navio.
Navis SPARKS N4	É um sistema que efetivamente suporta a interface de outros sistemas, como a automação dos portões de embarque, o EDI privado e o sistema de faturamento local.

**Quadro 2: TIs implementadas nos países do BRICS: principais características**

Fonte: As autoras.

dade, acarretam outros problemas, como o atraso da chegada das mercadorias ao destino final e o engarrafamento de caminhões nas proximidades do Porto, esperando para efetuar a descarga de mercadorias. A fila no Porto de Santos alcançou os 30 quilômetros e, em março de 2013, clientes chineses cancelaram uma compra de 600 mil toneladas de soja no país, devido ao atraso de entrega da *commodity* (Portal G1, 2014).

Cabe destacar que a grande heterogeneidade constatada entre a eficiência e a estrutura portuárias no Brasil e as dos demais países do BRICS revela que as soluções encontradas e implantadas até o momento não foram suficientes para permitir que o País se equipare em competitividade no setor, daí a necessidade de maior enfoque e inves-

timento na procura de novas soluções. No Quadro 3, estão descritos os gargalos mais relevantes identificados nos principais portos do BRICS, e as TIs existentes para solucioná-los.

No Brasil, observou-se que o modelo de otimização proposto para o PAB reduziu a média de tempo de espera em 66%, e o tempo máximo de espera em 52%, por meio da melhor gestão na alocação de berços obtida com o sistema proposto. Já nos congestionamentos, a tecnologia RFID auxilia no controle do fluxo previne a sua formação, aumenta a capacidade de estudar e controlar o sistema, diminuindo o consumo de combustível. Por fim, os sistemas ITS gerenciam e aumentam a eficiência dos processos de tráfego de carga marítima, estiva e descarga de embarcações, além de apoiar integralmente o planejamento, operação e localização da logística portuária, incluindo recursos humanos, equipamento e armazenamento. No principal porto, o de Santos, a implantação do Vessel Traffic Management Information System (VTMIS) foi motivada pelas resoluções estabelecidas no Código Internacional para a Proteção de Navios e Instalações Portuárias ou International Ship and Port Facility Security Code (ISPS Code) para reforçar a segurança de navios e instalações portuárias.

Na Rússia, desde março de 2007, vem sendo utilizada uma TI (ETRAN *transport documents*), para controle dos processos de negócios do terminal de óleo, que leva a uma redução do tempo de processamento e integra com um sistema eletrônico de envio de documentos (ETRAN *internal document exchange system*) (Zotova, 2008).

Na China, segundo Wu, Bai, Zhu, Ma, Sun e Zheng (2013), para a gestão da informação no porto, o uso de geoinformação pode ser resumido em quatro níveis: gestão da base de dados espacial; base de dados do GPS, sua atualização e rastreamento; análise e simulação 3S das operações dos portos, e planejamento/*design*/suporte à decisão baseados no modelo da indústria. Os au-

Países	Gargalos identificados	Tecnologias da Informação	Solução
Brasil	Problema de Alocação de Berços (PAB) Congestionamentos nas vias de acesso e Problemas de gestão	Modelo de otimização	Reduziu a média de tempo de espera em 66%, e o tempo máximo de espera em 52%.
		RFID	Controle do fluxo – previne a sua formação; aumenta a capacidade de estivar e controlar o sistema; diminui o consumo de combustível.
		Sistemas ITS	Gerenciam e aumentam a eficiência dos processos de tráfego de carga marítima, estiva e descarga de embarcações, apoiam integralmente o planejamento, operação e localização da logística portuária.
		VTMIS	Segurança de navios e instalações portuárias.
Rússia	Modernização e gestão em padrões internacionais, notável baixo número de portos de grande porte no país	ETRAN <i>transport documents</i>	Permitiu maior integração entre o terminal e o sistema eletrônico de documentos.
Índia	Frota marítima subdesenvolvida, assim como necessidade de modernização dos portos	EDI e VTS	Interação sem obstáculos e eficiente entre o porto, seus usuários e clientes.
		Port Community System (PCS)	Facilita a troca de mensagens.
China	Excesso de capacidade e excessiva competição entre portos	Geoinformação (GPS, GIS, 3S)	Gestão da base de dados espacial; atualização e rastreamento da base de dados do GPS; análise e simulação das operações dos portos; planejamento/ <i>design</i> /suporte à decisão baseados no modelo da indústria; utilização de dados remotos.
África do Sul	Infraestrutura bem desenvolvida, suportando uma eficiente distribuição de produtos importados e produzidos internamente.	Navis SPARCS N4	Operação do porto centralizada.
		IPMS	Gestão integrada do porto.

**Quadro 3: Principais gargalos encontrados nos portos do BRICS e as TIs para resolvê-los**

Fonte: As autoras.

tores concluíram que a aplicação do Geographic Information System (GIS) para a gestão de portos e canais é inevitável para um crescimento da indústria portuária. Finalmente, a aplicação do 3S pode ser um serviço do porto e um meio de utilização de dados remotos.

### 4.3 Tecnologias de Informação e os problemas portuários: soluções e gargalos

#### 4.3.1 Problema de alocação de berços (PAB)

O agendamento de navios de transporte é realizado manualmente na maioria dos portos, redu-

zindo a segurança e a eficiência das operações. Os estudos de agendamento de navios de transporte nos portos envolvem um modelo de simulação do sistema de navios de transporte, ou estabelecem um modelo matemático para otimizar o agendamento (Zhang, Lin, Guo, & Liu, 2016).

Além das questões técnicas, os custos de operação dos terminais de contêineres estão-se tornando cada vez mais importantes, com os operadores portuários reduzindo os custos operacionais. Essa redução requer uma consideração cuidadosa dos recursos costeiros cujo foco principal está em como designar eficientemente cada navio a um berço com um número apropriado de guias

de cais para que os tempos previstos de chegada e partida do expedidor possam ser atendidos o mais cedo possível. Entretanto, o aparecimento de um problema típico em muitos terminais de contêineres envolve o desequilíbrio na utilização de gruas de cais durante um trabalho de deslocamento. Na prática, esse desequilíbrio provocará uma utilização desequilibrada de guindastes de pátio, de caminhões, de vários motoristas e de outros recursos operacionais (Hu, 2015).

O propósito do agendamento de navios de transporte é possibilitar que a maior quantidade praticável de embarcações passe pelo canal rapidamente para reduzir o atraso das embarcações e aprimorar a eficiência do navio de transporte. Para um suporte à gestão e operação portuária, tem-se o VTMS que é um sistema de auxílio eletrônico à navegação, que contempla uma ampliação dos sistemas Vessel Traffic Services (VTS) e Vessel Traffic Management Systems (VTMS) sob forma de integrador das funcionalidades anteriormente existentes. De acordo com a IMO (2017), os VTS são sistemas localizados em terra que possibilitam a troca de informações simples entre os navios, tais como o tráfego na região onde a embarcação está navegando, avisos de informações meteorológicas. Eles são instalados em centros responsáveis pelo tráfego, monitoramento e controle de navios (Silva *et al.*, 2015) e contribuem para a segurança da vida no mar e proteção ao ambiente marinho, segurança e eficiência da navegação dos locais de trabalho e das instalações *offshore* contra possíveis efeitos adversos do tráfego marítimo (Maritime and Coast Guard Agency, 2007). Seu funcionamento depende dos Sistemas Automáticos de Identificação (AIS) de embarcações, com *transponders* instalados nas embarcações, que determinam as suas localizações. Para aumentar sua eficácia, os VTS tiveram a inclusão e administração de módulos que auxiliam os operadores na tomada de decisão, o que se passou a de-

nominar de Vessel Traffic Management Systems ou VTMS (Pietrzykowski, Borkowski, & Wołajsza, 2012). Para a otimização do agendamento de navios, utiliza-se, também, um Simulated Annealing And Multiple Population Genetic Algorithm (SAMPGA) e exemplos numéricos são simulados para a verificação do modelo proposto e do algoritmo (Zhang *et al.*, 2016).

Em seu artigo, Arango *et al.* (2012) propuseram dois modelos para a alocação de berços em um terminal de contêineres. O modelo matemático de otimização tem por objetivo a minimização do tempo de serviço total de cada embarcação, que é composto pelo tempo que esta demora no berço realizando as operações de carga e descarga de contêineres, adicionado ao tempo de espera no porto para que o seu berço alocado fique livre, respeitando a ordem de chegada. Porém, o modelo considera uma variação da ordem de atendimento das embarcações. Vale ressaltar que esse objetivo não garante que o tempo de serviço total de todas as embarcações seja mínimo. Já no modelo de simulação proposto, são levados apenas em conta os processos que, segundo o enfoque do trabalho, estão diretamente relacionados com as operações de carga e descarga de contêineres nos berços. Esse modelo resolve o PAB a cada vez que um navio chega ao porto, sendo permitida uma realocação de berços segundo uma série de restrições, enquanto o modelo de simulação desenvolvido valida o modelo e a estratégia proposta. Observa-se, por meio dos resultados obtidos, que o sistema reduz a média de tempo de manipulação nos berços em 14%, o tempo máximo de manipulação em 21%, a média de tempo de espera em 66% e o tempo máximo de espera em 52% (Arango *et al.*, 2012).

#### 4.3.2 Congestionamentos

Muitos portos estão enfrentando problemas de congestionamento, tanto nos portões quanto no pátio, devido ao grande número de caminhões

que chegam aos terminais durante os horários de pico (Zhang, Zeng, & Chen, 2013). Segundo Chen, Govindan e Yang (2013), a redução das filas pode ser alcançada por meio da expansão da capacidade do portão e/ou Truck Arrival Management (TAM).

De acordo com os últimos autores, informações acerca dos horários dos navios são conhecidas antecipadamente, o que inclui os tempos de chegada das embarcações e o volume de saída de contêineres. Para cada navio, uma janela de tempo é designada para a entrada dos caminhões relacionados. O ponto final da janela de tempo não deve ultrapassar o tempo de chegada do navio correspondente. Dentro dessa janela, os caminhões chegam e esperam em fila na entrada do portão, sendo atendidos em ordem de chegada.

Para otimizar as janelas de tempo, utiliza-se o método Vessel Dependent Time Windows (VDTW), que é apresentado em três passos. O primeiro passo é estimar a chegada dos caminhões baseado na janela de tempo designada e no padrão de distribuição da chegada de caminhões. No segundo, estima-se o comprimento da fila de caminhões, usando um modelo não estacionário de filas. No terceiro passo, as janelas de tempo são otimizadas para minimizar o custo total do sistema. Para a otimização, seleciona-se um desses algoritmos: um algoritmo genético convencional (GA), um algoritmo genético multissociedade (MSGGA) e um algoritmo híbrido usando GA e *simulated annealing* (Chen, Govindan, & Yang, 2013).

A fim de minimizar os tempos de turno dos caminhões, é utilizado um modelo de otimização das cotas de designação. A técnica denominada Baskett Chandy Muntz Palacios (BCMP) é usada na rede de filas e descreve o processo dos caminhões no portão e no pátio dos terminais. Para resolver o modelo, um algoritmo genético e um método baseado no Pointwise Stationary Fluid Flow Approximation (PSFFA) são projetados. O GA é

utilizado para procurar a solução ótima sob as restrições de ajustes da cota e o PSFFA é projetado para calcular o tempo de espera dos caminhões (Zhang *et al.*, 2013).

Ferrada Soto (2014) apresenta, para solução do congestionamento, os benefícios associados à implantação de um sistema de identificação veicular RFID, por meio de pórticos na autoestrada. Essa TI auxilia no controle do fluxo e na prevenção ante uma situação de congestionamento, desviando os caminhões a uma área de apoio já existente ou programando o seu ingresso ao porto em outros horários em situações de alta demanda e/ou horários de pico. Ele pretende informar, também, a ambas as partes, antes da chegada do caminhão, a situação da documentação para antecipar os tempos de atenção e possível espera. Estas melhorias vão acompanhadas de outros benefícios, como a capacidade de estudar e controlar o sistema, entregar informação histórica, prevenir situações de congestionamento, diminuir o consumo de combustível, melhorar a competitividade do porto juntamente com outros fatores intangíveis, como a melhora da imagem da empresa portuária frente à comunidade, e a da comunicação entre as empresas envolvidas. Para Kadir, Rosam e Gunawan (2016), a RFID pode, também, auxiliar no planejamento, gestão e registro dos contêineres. Segundo os autores, ao instalar o sistema RFID, houve um aumento da produtividade quanto ao desembarque aduaneiro em 75%, reduzindo de quatro minutos por contêiner para um minuto por contêiner, essa operação.

### 4.3.3 Gestão

Atualmente, a logística internacional demanda a sincronização de múltiplos atores e sua respectiva retroalimentação de informação em tempo real para a coordenação de processos produtivos e serviços de valor agregado. Os clientes, unidos à redução do custo, demandam serviços mais rá-

pidos, confiáveis e integrais, que incluem o rastreamento completo dos bens, gestão de inventário em linha, distribuição, faturação, trâmites aduaneiros, entre outros serviços. Assim, as TIs, como os Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS), possuem um papel fundamental na redução de custos de transação, nas limitações consequentes da infraestrutura inadequada dos portos, nos gargalos de capacidade, e nos problemas de acesso (congestionamento) (Heilig, Schwarze, & Voß, 2017).

Os sistemas ITS combinam e coordenam diferentes tecnologias de controle, transmissão e processamento de informação, com o propósito de melhorar a eficiência, segurança e sustentabilidade do transporte. Para isso, capturam, processam e transmitem informação relativa às condições da carga, tráfego e variáveis operativas do veículo, as quais, quando processadas adequadamente, permitem melhorar a gestão dos recursos humanos e equipamentos disponíveis. Na logística de carga, têm-se diversos equipamentos ITS.

Estes sistemas integrados aos vinculados com o comércio internacional, organismos públicos e as transportadoras constituem o que se denominou Port Community Systems (PCS). Uma parte significativa desses sistemas está sendo ampliada para incluir o resto da cadeia logística, incluindo esquemas de trocas de informações por meios eletrônicos (EDI).

Nas aplicações ITS que se encontram nesse âmbito, destacam-se: otimização da programação do tráfego de entrada e saída para todos os modos de transporte; identificação e priorização de ordens de trabalho; planejamento e otimização de armazenamento, movimento de pessoal, uso do equipamento e infraestrutura do terminal, inventário e fiscalização; sistemas de reserva e despacho de transporte, para a designação da localização e tempo de carga; execução de procedimentos de acesso inteligente e orientação automática dos caminhões de carga aos lugares reservados; gestão

de leitura de dispositivos eletrônicos para localizar e registrar automaticamente a posição nos pátios de coleta; executar políticas de designação de pátio assistido por computadores.

Os sistemas ITS também vêm sendo utilizados para proporcionar a segurança do transporte marítimo. Entre esses sistemas são usados escâneres não intrusivos e selos de segurança de contêineres. Os escâneres são um sistema de inspeção de carga que não requer a abertura do contêiner, o que reduz o tempo de inspeção e a torna muito mais eficiente em termos econômicos. Já os selos devem ser fortes e duráveis para resistir à ruptura acidental e à deterioração, ser removidos fácil e rapidamente com ferramentas adequadas e fazer com que violações sejam perceptíveis (Febré & Salas, 2012). O porto de Taranto, Itália, desenvolveu e testou uma TI baseada em uma ferramenta de gestão de vários usuários, utilizando o Microsoft Visual Studio 2010 e a linguagem C#. Essa TI une todos os agentes envolvidos com os portos, por meio de uma interface simples (Lucietti & Chierico, 2016). Com o mesmo fim gerencial, mas impactando as questões de movimentação e, conseqüentemente, de tráfego no porto, na Espanha utiliza-se o Dueport, que inclui o EDI, para envio e recebimento de pedidos entre as empresas e no sistema nacional, entre os portos (López-Díaz, Gutiérrez-García, González-Aguilera, Morales-Sánchez, & Ruiz-Martí, 2016). Assim, a agilidade resultante das trocas de informações entre os agentes permite movimentações mais precisas, reduzindo os congestionamentos.

## 5 Conclusão

Neste estudo, realizou-se uma análise no setor portuário brasileiro, com ênfase nos seus problemas logísticos. Foi observado que o porto de Santos se destaca, tanto em movimentação de cargas em geral quanto em movimentação de



Problema	TI	Resultados
PAB	Modelos de otimização	Reduz a média de tempo de manipulação nos berços em 14%, o tempo máximo de manipulação em 21%, a média de tempo de espera em 66% e o tempo máximo de espera em 52%.
Congestionamento	Sistema RFID	Aumento da produtividade quanto ao desembarço aduaneiro em 75%, reduzindo de quatro minutos por contêiner para um minuto por contêiner o tempo de operação.
Gestão	Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS) EDI	Otimização da programação do tráfego de entrada e saída; identificação e priorização de ordens de trabalho; planejamento e otimização do terminal; sistemas de reserva e despacho de transporte, acurácia da informação da localização e do tempo de carga; orientação automática dos caminhões de carga; leitura eletrônica para localizar e registrar automaticamente a posição nos pátios de coleta; pátio assistido por computadores.

**Quadro 4: Principais TIs para a solução dos problemas dos portos**

Fonte: As autoras.

contêineres, ocupando o posto de principal porto público brasileiro, no primeiro quesito, estando entre os cinquenta melhores do mundo, no segundo. Apesar disso, se comparado ao principal porto de cada país do BRICS, este porto se encontra em terceiro lugar e possui resultados nitidamente inferiores ao melhor deste grupo, o porto de Xangai, que, provavelmente, possui resultados tão marcantes por causa de sua eficiência logística, necessária para o intenso comércio internacional da China.

No decorrer do artigo, foram analisados os gargalos portuários do BRICS e pôde-se depreender que estes afetam a produtividade portuária, prejudicando, conseqüentemente, o comércio internacional de exportação e o de importação. Os maiores gargalos encontrados foram o baixo calado, o congestionamento de caminhões e o problema de alocação de berços. Referente a estes, foram encontradas na literatura soluções, via uso de TIs, para dois deles, e foram também analisados os problemas de gestão.

Observou-se que o sistema proposto para a resolução do PAB reduziu notavelmente o tempo de manipulação e o de espera, por meio da melhor gestão na alocação de berços obtida com o sistema proposto. Neste sistema, o modelo de otimização e o de simulação atuam em conjunto, aumentando a confiança sobre os resultados e diminuindo a probabilidade de erros no sistema.

Já nos congestionamentos, a tecnologia RFID auxilia no controle do fluxo, previne a sua formação, aumenta a capacidade de estudar e controlar o sistema, diminui o tempo de viagem e o consumo de combustível, melhorando a competitividade do porto.

Por fim, os sistemas ITS gerenciam e aumentam a eficiência dos processos de tráfego de carga marítima, estiva e descarga de embarcações, além de apoiar integralmente o planejamento, operação e localização da logística portuária, incluindo recursos humanos, equipamento e armazenamento.

Assim, este estudo visa a fomentar a discussão acerca da eficiência portuária brasileira, retratando os principais problemas vivenciados nos terminais portuários atualmente e relacionando-os às TIs capazes de solucioná-los, objetivando uma melhora significativa dos gargalos encontrados, advinda dos novos investimentos, dos estudos e, possivelmente, da implantação de TIs.

## Referências

- Antaq. (2014). *Boletim anual de movimentação de cargas 2013*. Brasília, DF. Recuperado em 18 fevereiro, 2015, de <http://web.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Anuario2013/Tabelas/AnaliseMovimentacaoPortuaria.pdf>
- Arango, C. A., Cortés, P., Onieva, L., & Escudero, A. (2012, julho). *Modelo de optimización y simulación para la gestión de muelles del puerto de Sevilla*. Congreso de Ingeniería de Organización, Vigo, Espanha, 16, 789-797.



- Bai, X., & Lam, J. S. L. (2014). Dynamic regional port cluster development: case of the ports across Taiwan Strait. *GeoJournal*, 80(5), 619-636.
- Berto, R. M. V., & Nakano, D. N. (2000). A produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção: um levantamento de métodos e tipos de pesquisa. *Production*, 9(2), 65-75.
- Bierwirth, C., & Meisel, F. (2015). A follow-up survey of berth allocation and quay crane scheduling problems in container terminals. *European Journal of Operational Research*, 244(3), 675-689.
- Lei n. 12.815, de 05 junho de 2003. (2013). Dispõe sobre a exploração direta e indireta pela União de portos e instalações portuárias e sobre as atividades desempenhadas pelos operadores portuários. *Presidência da República*, Brasília. Recuperado em 4 dezembro, 2014, de [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Lei/L12815.htm)
- Brett, D. (Ed.). (2014). One Hundred Ports. Containerization International. *Lloyd's List*, 4, 4-5.
- Brooks, M. R., & Cullinane, K. (Ed.). (2007). *Devolution, port governance and port performance. Research in Transportation Economics* (Vol. 17). Reino Unido: Elsevier.
- Brooks, M. R., & Pallis, A. A. (2008). Assessing port governance models: process and performance components. *Maritime Policy & Management*, 35(4), 411-432.
- Burger, D. (2004). South Africa Yearbook 2004/2005. *Pretoria: Government Communications*.
- Campomar, M. C. (1991). Do uso de “estudo de caso” em pesquisas para dissertações e teses em administração. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo*, 26(3), 95-97, 1991.
- Cargobr. (2014, janeiro 28). *Ásia – lar dos maiores portos do mundo*. Logística. Recuperado em 21 abril, 2015, de <http://cargobr.com/blog/asia-lar-dos-maiores-portos-do-mundo/>
- Cavalcanti, P. (2014, julho, 25). Movimentação de cargas no Porto de Suape cresce 42,7% no primeiro semestre. *Imprensa, Suape*. Recuperado em 8 abril, 2015, de <http://www.suape.pe.gov.br/news/matLer.php?id=324>
- Chen, G., Govindan, K., & Yang, Z. (2013). Managing truck arrivals with time windows to alleviate gate congestion at container terminals. *International Journal of Production Economics*, 141(1), 179-188.
- Chlomoudis, C. I., & Pallis, A. A. (2004). *Port governance and the smart port authority: key issues for the reinforcement of quality services in European ports*. Proceedings of World Conference in Transport Research, Istanbul, Turquia, 10.
- Silva, R. M. da, Vieira, G. B. B., Kliemann, F. J., Neto, & Senna, L. A. S. (2015). A Aplicação da Tecnologia Vessel Traffic Management Information System (VTMIS): Um Estudo Comparativo entre Brasil e Espanha. *Revista ESPACIOS*, 36(22).
- Sordi, J. O. de (2005, julho-setembro) Otimização de processos portuários a partir da aplicação de recursos de tecnologia da informação: análise do porto de Santos. *eGesta-Revista Eletrônica de Gestão de Negócios*, 1(2), 63-84.
- Donato, K. (2014). Principais portos da Índia movimentam 194 milhões de teus. *Guia Marítimo*, 15 out. Recuperado em 10 fevereiro, 2015, de [http://www.guiamaritimo.com/gm\\_wp/538/principais-portos-da-india-movimentam-194-milhoes-de-teus/](http://www.guiamaritimo.com/gm_wp/538/principais-portos-da-india-movimentam-194-milhoes-de-teus/)
- Febré, G., & Salas, G. P. (2012). Sistemas inteligentes de transporte en la logística portuaria latinoamericana. *Facilitación del transporte y el comercio en América Latina y el Caribe*, 305(1).
- Ferrada Soto, H. A. (2014). *Análisis de la congestión camionera y de los beneficios asociados al incorporar la tecnología RFID en accesos al Puerto de San Antonio*. Recuperado em 8 maio, 2017, de <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/131159>
- Fraga, A. (2013). O maior porto da Índia. *O Diário da Safra*, Globo Rural, 23 ago. Recuperado em 10 fevereiro, 2015, de <http://colunas.globorural.globo.com/diariodasafra/2013/08/23/o-maior-porto-da-india/>
- Frojan, P., & Correcher, J. F., Alvarez-Valdes, R., Koulouris, G., & Tamarit, J. M. (2015). The continuous Berth Allocation Problem in a container terminal with multiple quays. *Expert Systems with Applications*, 42(21), 7356-7366.
- Gil, A. C. (2010). *Como elaborar projetos de pesquisa* (5a ed.). Atlas: São Paulo.
- Goss, R. O. (1990). Economic policies and seaports: The economic functions of seaports. *Maritime Policy & Management*, 17(3), 207-219.
- Grewal, D., & Darlow, N. J. (2007). The business paradigm for corporate social reporting in the context of Australian seaports. *Maritime Economics & Logistics*, 9(2), 172-192.
- Heilig L., Schwarze S., & Voß, S. (2017). *An analysis of digital transformation in the history and future of modern ports*. Proceedings of the Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Waikoloa, Hawaii, 50.
- Hu, Z.-H. (2015). Heuristics for solving continuous berth allocation problem considering periodic balancing utilization of cranes. *Computers & Industrial Engineering*, 85, 216-226.

- Inchcape Shipping Services. (2011). *Port of Durban. ISS-Durban, Africa, Port Microsites, 10 out.* Recuperado em 5 fevereiro, 2015, de <http://www.iss-shipping.com/Microsites/Document%20Library/Port%20Of%20Durban.pdf>
- International Maritime Organization – IMO (2017). *Vessel traffic services.* 2017. Recuperado em 25 fevereiro, de <http://www.imo.org/en/ourwork/safety/navigation/pages/vesseltrafficservices.aspx>
- International Port Community Association [I PCSA] (2017). *Porto Community System.* 2017. Recuperado em 7 março, 2017, de <http://www.epcsa.eu/pcs>
- Kadir, E. A., Rosa, S. L., & Gunawan, H. (2016). *Application of RFID technology and e-seal in container terminal process.* Information and Communication Technology (ICoICT), Bandung, Indonésia, 4.
- Ke, R., Ho, J. C., Peng, G., & Ke, R-X (2014). Automatic technology application in China container terminals. *WIT Transactions on Information and Communication Technologies*, 58(1), 237-240.
- Li, D., Luan, W., Pian, F. (2013). The efficiency measurement of coastal container terminals in China. *Journal of Transportation Systems Engineering and Information Technology*, 13(5), 10-15.
- Maritime and Coast Guard Agency (SOLAS) (2007). *Guidance on Chapter V – Safety on Navigation. 2007 Revision. Regulation 12 – Vessel Traffic Services.* Recuperado em 25 fevereiro, 2017, de <http://solasv.mcga.gov.uk/>
- López-Díaz, A. I., Gutiérrez-García, M. Á., González-Aguilera, D., Morales-Sánchez, A., & Ruiz-Martí, J. (2016). Las TIC navegando hacia la sostenibilidad económica y ambiental en el transporte marítimo. *Dyna*, 83(197), 187.
- Lucietti, L., & Chierico, A. (2016). Newly computerized system for seamless management of enrolment and access in the port of Taranto. *Transportation Research Procedia*, 14, 2880-2889.
- Moglia, F., & Sanguineri, M. (2003). Port planning: the need for a new approach? *Maritime Economics & Logistics*, 5(4), 413-425.
- Monié, F., & Vasconcelos, F. N. (2012). Portos, cidades e regiões: novas problemáticas, abordagens renovadas. *Confins – Revista Franco-Brasileira de Geografia*, 15. Recuperado em 20 janeiro, 2015, de <http://confins.revues.org/7682>
- OJSC (2015). “Sea Port of Saint-Petersburg” handled 7.9 mln. tons of cargoes in 2015. *Seaport of Saint Petersburg. Press Release.* Recuperado em 05 maio, 2017, de <http://www.en.seaport.spb.ru/press/release/371/>.
- Paixão, A. C., & Marlow, P. B. (2003). Fourth generation ports-a question of agility? *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 33(4), 355-376.
- Perrupato, M. (2010). *Plano nacional de logística e transportes.* Curso de Logística e Mobilização Nacional 2010. Escola Superior de Guerra – Brasília: [s.n.].
- Phan, M.-H., & Kim, K. H. (2015). Negotiating truck arrival times among trucking companies and a container terminal. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 75, 132-144.
- Pietrzykowski, Z., Borkowski, P., & Wolejsza, P. (2012). Marine integrated navigational decision support system. International Conference on Transport Systems Telematics, TST 2012, Katowice-Ustroń, Poland, 12. In: Mikulski, Jerzy (Ed.). Telematics in the Transport Environment, *Communications in Computer and Information Science*, 329, 284-292.
- Pinheiro, A. C., & Frischtak, C. R. (2014). Os gargalos da infraestrutura de transportes e suas soluções. *Conjuntura Econômica*, 68(5), 45.
- Portal G1. (2014, 14 julho). Entenda: Brics. *G1 Economia*, São Paulo. Recuperado em 5 fevereiro, 2015, de <http://g1.globo.com/economia/noticia/2014/07/entenda-brics.html>
- Scazufca, M. (2012). *A primazia do Porto de Santos no cenário portuário nacional no período contemporâneo. Determinantes logísticos, territoriais e de gestão.* Tese de doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil.
- Schwab, K. (Ed.). (2014). The Global Competitiveness Report 2014-2015. Switzerland: World Economic Forum.
- Sharif, O., Huynh, N., & Vidal, J. M. (2011). Application of El Farol model for managing marine terminal gate congestion. *Research in Transportation Economics*, 32(1), 81-89.
- Souza, G. S., Santos, A. R. dos, & Dias, V. B. (2013). *Metodologia da pesquisa científica: a construção do conhecimento e do pensamento científico no processo de aprendizagem.* Porto Alegre: Animal.
- Transnet. Port of Durban. (2010). TNPA. *Our Ports.* Durban. Recuperado em 8 maio, 2017, de <http://www.transnetnationalportsauthority.net/OurPorts/Durban/Pages/Overview.aspx>
- Vasconcellos, C. (2013, 25 novembro). Eficiência coloca Tubarão como primeiro no mundo. *Valor Econômico.* Recuperado em 9 abril, 2015, de <http://www.valor.com.br/empresas/3349606/eficiencia-coloca-tubarao-como-primeiro-no-mundo>
- Wanke, P. F., & Barros, C. P. (2015). Public-private partnerships and scale efficiency in Brazilian ports: Evidence from two-stage DEA analysis. *Socio-Economic Planning Sciences*, 51, 13-22.
- Wanke, P. F., Barbastefano, R. G., & Hijjar, M. F. (2011). Determinants of efficiency at major Brazilian port terminals. *Transport Reviews*, 31(5), 653-677.

World Bank, The. (2007). Port reform toolkit. *Public-Private Infrastructure Advisory Facility (PPIAF)*, 2, Washington DC, EUA.

Wu, F., Bai, J., Zhu, B., Ma, W., Sun, J., & Zheng, G. (2013). Reviewing Geo-Information Science for Port Information Management in China. Proceedings of *Improving Multimodal Transportation Systems-Information, Safety, and Integration*, Wuhan, China.

Zhang, X., Lin, J., Guo, Z., & Liu, T. (2016). Vessel transportation scheduling optimization based on channel-berth coordination. *Ocean Engineering*, 112, 145-152.

Zhang, X., Zeng, Q., & Chen, W. (2013). Optimization model for truck appointment in container terminals. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 96, 1938-1947.

Zhao, S., Liang, W., & Han, D. (2012). Seaport logistics information sharing platform in e-commerce: A case study of QDIP in China. Proceedings of *Asian Himalayas International Conference on Internet, Catmandu, Nepal*, 3.

Zotova, V. (2008). Mass Media about the company. New technologies, new records. Petersburg Oil Terminal. 03.01.2008. *Vesti Morskogo Peterburga magazine*, 1(2). Recuperado em 6 março, 2017, de [http://www.oilterminal.ru/en/smi-o-kompanii/?ELEMENT\\_ID=69](http://www.oilterminal.ru/en/smi-o-kompanii/?ELEMENT_ID=69)

Recebido em 14 out. 2016 / aprovado em 16 mar. 2017

**Para referenciar este texto**

Ribeiro, P. C. C.; Fraga, N. C.; Clarkson, C. T. Gestão de portos brasileiros e do BRICS: uma análise comparativa sobre seus problemas logísticos e a resolução por meio da tecnologia de informação. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 335-351, 2017.

