

# DISPOSITIVO DE EMERGÊNCIA AMBIENTAL PARA O TRANSPORTE DE CARGAS CONTEINERIZADAS CONTENDO PRODUTOS PERIGOSOS E POLUENTES

**Environmental emergency device for freight transport containerized containing dangerous products and pollutants**

Régis Chrystian da Silva<sup>1</sup>  
Gabriel Cristofolini<sup>1</sup>

**Resumo:** O presente estudo é uma análise do setor intermodal referente ao transporte de contêineres contendo produtos perigosos e poluentes, com vistas às diversas ocorrências de vazamentos através de contêineres em navios, linhas férreas, rodovias e, principalmente, nos portos e terminais portuários do Brasil e do mundo. O trabalho tem como tema central analisar dados de diversas ocorrências emergenciais, envolvendo vazamentos em contêineres em um dos mais modernos e importantes terminais portuários do Brasil, bem como discutir os reais impactos ambientais, operacionais e econômicos diante de situações de vazamentos em contêineres. Este trabalho discorrerá sobre a adoção de um importante dispositivo de emergência ambiental a ser aplicado em contêineres no momento do vazamento e que pode mudar a rotina convencional de tratamento a estas emergências e trazer significativos benefícios a toda cadeia logística do transporte de contêineres. Este trabalho tem como objetivo apresentar uma inovação inédita, desenvolvida ao longo de quatro anos pelo autor, pesquisador do GEATA – Grupo de Estudos Ambientais e Tecnologia Avançada do Centro Universitário Leonardo da Vinci (Uniasselvi), Régis Chrystian da Silva. Os resultados obtidos mostram que vazamentos de produtos nocivos através de contêineres são fatos comprovados e que podem comprometer seriamente o meio ambiente, a saúde humana, a operacionalidade logística e a economia do setor. Observa-se ainda que o ecotêiner é um equipamento de salvatagem viável a ser empregado nas situações de emergências, envolvendo produtos perigosos e contêineres.

Palavras-chave: Portos. Contêineres. Poluentes. Logística.

**Abstract:** This study is an analysis of the intermodal sector for the transport of containers containing dangerous goods and pollutants, with a view to the various instances of leaks through containers on ships, railways, highways and mainly in ports and port terminals in Brazil and world. The work is focused on analyzing data from various emergency situations involving leaks in containers in one of the most modern and important port terminals in Brazil, as well as discuss the actual environmental, operational and economic impacts in situations of leaks in containers. This paper will talk about the adoption of a major environmental emergency device to be applied to containers at the time of the leak and that can change the conventional routine treatment to these emergencies and bring significant benefits to the entire supply chain of container shipping. This paper aims to present an unprecedented innovation, developed over four years by the author, GEATA researcher - Group of Environmental Studies and Advanced Technology Leonardo da Vinci University Centre (Uniasselvi), Régis Chrystian da Silva. The results show that harmful products leaks through containers are proven facts and can seriously compromise the environment, human health, operational logistics and the sector's economy. It is also observed that the ecotêiner is a viable salvage equipment to be used in emergency situations involving dangerous goods and containers.

Keywords: Ports. Containers. Pollutants. Logistics.

## Introdução

O Brasil bate o seu recorde ano após ano na movimentação de cargas containerizadas nos modais marítimo, rodoviário e férreo. No ano de 2012 foram 8,20 milhões de unidades de contêineres movimentadas em todos os portos e terminais portuários brasileiros. A movimentação de contêiner já ocupa a maior fatia do mercado brasileiro logístico segundo

<sup>1</sup> Centro Universitário Leonardo Da Vinci – UNIASSELVI – Rodovia BR 470 - Km 71 - nº 1.040 – Bairro Benedito – Caixa Postal 191 – 89130-000 – Indaial/SC Fone (47) 3281-9000 – Fax (47) 3281-9090 – Site: [www.uniasselvi.com.br](http://www.uniasselvi.com.br)

---

a análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privativo (ANTAQ, 2012). Em 2012, os portos da Região Sul somaram 33,78% da movimentação de contêineres em todo país, cerca de 2,76 milhões de contêineres foram movimentados neste período, segundo o Anuário Estatístico 2012 - ANTAQ. Comparado ao ano de 2010, quando o Brasil movimentou 6,82 milhões de unidades de contêineres de 20 pés (TEUs) e acrescentando a movimentação registrada em 2011 (7,10 milhões de TEUs), pode-se observar um crescimento acumulado de 10,2% entre os anos de 2010 a 2012.

Entre os contêineres movimentados encontram-se aqueles cujo potencial de risco é mais significativo por transportar em seu interior cargas perigosas e poluentes, sendo estas classificadas de acordo com a Organização Internacional Marítima (IMO) e regidas através do Código Internacional para Cargas Perigosas da IMO (IMDG CODE). No Brasil, a classificação das cargas perigosas para o transporte terrestre é regulamentada, principalmente, através do Decreto federal 96.044/88 e da Resolução 420, de 12 de fevereiro de 2004, da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT), porém o teor do texto classificatório, entre estas duas regulamentações, é similar no contexto técnico.

As cargas perigosas possuem tais regulamentações devido ao grau de risco e aos perigos inerentes ao transporte de cada uma das classes de cargas perigosas, seus aspectos ambientais, operacionais e econômicos podem ser incalculáveis quando se encontram em situações de emergências. O transporte de produtos químicos perigosos ou poluentes em contêineres pode trazer grandes prejuízos para o meio ambiente e a toda cadeia logística envolvida. Incidentes como vazamentos de produtos perigosos e poluentes podem atingir partes sensíveis do meio ambiente e fazer com que contêineres permaneçam bloqueados nos portos e terminais por falta de uma tecnologia adequada que permita o seu transporte, mesmo estando com problemas de vazamentos.

De acordo com Dantas (2011), em um cenário de incertezas, as ameaças e oportunidades têm o potencial de produzir perdas ou aumentar os ganhos. Os resultados positivos são alcançados com uma boa gestão das incertezas e de seus riscos, gerando valor ao se otimizarem as suas oportunidades e ao se estabelecerem estratégias para os objetivos de crescimento, na busca da maximização de seus resultados. Os resultados negativos são oriundos da ausência e/ou da fragilidade dessa gestão, em que os resultados podem produzir danos e perdas de grandes proporções.

No dia 3 de agosto de 2012, um evento não esperado trouxe grandes transtornos operacionais, ambientais e econômicos para uma instalação portuária em Salvador, um vazamento de contêiner classe 8 (corrosivo), contendo mercúrio, fez com que as operações fossem totalmente paralisadas, sendo necessário contar com a atuação de equipes de emergências para mitigação dos possíveis impactos ambientais. (Disponível em: <<http://www.Ibama.gov.br/acidentes-e-emergencias-ambientais>>. Acesso em: 6 jun. 2016).

Já no dia 5 de maio de 2012, o cenário se repetiu e uma instalação portuária na Bahia teve seu plano de emergência colocado em prática após vazamento em um contêiner contendo tricloroisocianúrico. Este produto é classificado como Classe 5 (oxidante), que levantou uma grande nuvem de vapor contaminante, colocando em risco funcionários e o meio ambiente. Disponível em: <[http://www.bahiatodahora.com.br/destaques-esquerda/noticias\\_destaque1/vazamento-no-porto-de-salvador-2](http://www.bahiatodahora.com.br/destaques-esquerda/noticias_destaque1/vazamento-no-porto-de-salvador-2)>. Acesso em: 6 jun. 2016.

No dia 14 de maio de 2012, um vazamento de 1000 litros de ácido nítrico, classe 5 (oxidante), em um contêiner de 34 toneladas a bordo do navio Califórnia Senator, que estava atracado no porto de Botânica (Sydney), fez com que as operações do porto fossem totalmente paralisadas. Um raio de 250 metros partindo do navio foi isolado durante mais de 12 horas e equipes de bombeiros e emergências químicas atuaram no local para promover a descontaminação da área. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/news/2011-05-14/authorities-stand-next-to-california-senator/4009834>>. Acesso em: 6 jun. 2016.

---

Vazamentos de cargas classificadas como perigosas ou poluentes não são raros de acontecer. De acordo com dados levantados pelo Grupo de Estudos Ambientais e Tecnologia Avançada (GEATA), do Centro Universitário Leonardo Da Vinci (UNIASSELVI), coordenado pelo autor, em Santa Catarina, um dos maiores terminais de uso privativo do estado registrou 133 dias não contínuos nos anos de 2011 e 2012, combatendo vazamentos de produtos perigosos e poluentes provenientes de contêineres. No geral, vazamentos em contêineres se caracterizam pelo mal acondicionamento das embalagens no momento da sua unitização e acabam por sofrerem deslocamentos e avarias durante o transporte intermodal.

A unitização dos contêineres é um momento importante no processo logístico deste tipo de modal. Nesta etapa devem ser tomadas todas as medidas de segurança para que a carga não sofra deslocamentos durante o transporte.

Segundo Razzolini (2011), a unitização tem como objetivo maior sempre a redução de custos no sistema logístico, porém esta não é a única finalidade com que se realiza esse procedimento. Os seus objetivos podem ser assim relacionados:

- Reduzir custos de manuseio.
- Aumentar a velocidade de movimentação dos materiais.
- Facilitar a movimentação dos materiais.
- Aumentar a proteção dos materiais.
- Racionalizar a ocupação do espaço nos armazéns.
- Racionalizar a ocupação do espaço nos veículos de transportes.

Observa-se que os critérios de segurança de fato não são abordados pelo autor como fatores que podem ser decisivos no momento do transporte de um contêiner que foi mal unitizado. As consequências de um vazamento de produtos perigosos podem ser as piores dependendo da área atingida e das pessoas envolvidas neste tipo de emergência.

Razzolini (2011) relata ainda que no caso de transporte de bens de maior valor através de contêineres, as perdas ficam entre 3% e 5% devido à ocorrência de quedas de contêineres no mar, chamadas de perdimento.

Este tipo de incidente pode trazer grandes impactos ambientais, operacionais e econômicos ao setor de serviços que inclui toda a cadeia logística envolvida no transporte de contêineres e são enquadrados em diferentes termos jurídicos. Mesmo o contêiner não pertencendo à instalação portuária ou ao transportador, sendo este terrestre ou marítimo, todos os integrantes deste sistema possuem responsabilidades junto ao evento e seus impactos.

Segundo Faverin (2011), no sistema portuário brasileiro, o gerenciamento adequado de questões com o transporte de cargas perigosas e segurança ocupacional, entre outras, são essenciais à correta operacionalização.

Todo porto organizado, instalação portuária e plataforma, bem como suas instalações de apoio, disporá obrigatoriamente de instalações ou meios adequados para o recebimento e tratamento dos diversos tipos de resíduos e para o combate da poluição, observadas as normas e critérios estabelecidos pelo órgão ambiental competente. (Lei nº 9.966 de 28 de abril de 2000, Art. 5º).

Este instrumento legal deixa claro que as instalações portuárias necessariamente são responsáveis por combater qualquer tipo de poluição, incluindo aquelas que poderão ocorrer devido aos vazamentos de cargas perigosas através de contêineres.

---

Este fato torna obrigatório o tratamento da ocorrência principalmente nas instalações portuárias, locais onde os contêineres permanecem por maior período de tempo armazenados. Ao observar um contêiner com vazamento, a instalação portuária pública ou privada, necessita imediatamente executar ações para sanar o vazamento e mitigar a área atingida. Os prejuízos para as instalações portuárias, bem como para os proprietários das cargas, podem até inviabilizar a tramitação de importação ou exportação da unidade, pois são necessários dias até que o viés documental e as ações de tratamento do contêiner sejam encerradas adequadamente.

Objetiva-se com este trabalho:

- Demonstrar a existência de uma oportunidade de melhoria para as tratativas que envolvem vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, no âmbito ambiental, econômico e operacional.
- Apresentar de forma estatística a compreensão dinâmica dos eventos adversos envolvendo vazamentos em contêineres com interface nas instalações portuárias especializadas em cargas containerizadas.
- Apresentar os resultados referentes à criação e aplicação de um equipamento de salvatagem inédito (ECOTÊINER) que poderá ser usado para controlar tais emergências, proporcionando a redução de custos.

## **Resultados e discussão**

### Coleta dos dados

Foram observados casos em que o navio atracado no cais do terminal informou sobre o descarregamento de unidades de contêineres que apresentavam vazamentos de produtos perigosos. Nesta situação, o terminal portuário é obrigado a receber as unidades mesmo não estando planejadas para o descarregamento e neste caso o terminal portuário passa a ter a responsabilidade compartilhada no tratamento destas emergências.

Outra situação observada é quando contêineres contendo cargas perigosas ou poluentes apresentam vazamentos já em terra, devidamente posicionados sobre as pilhas. Em ambas as situações, os contêineres são tratados como emergências ambientais devido ao seu grau de risco.

O tempo de avaliação do cenário emergencial pode variar de 1 a 3 horas, de acordo com os dados pesquisados pelo autor. O custo de *start* de atendimento a este tipo de emergência foi compilado e determinado um indicador que simplifica os primeiros custos de avaliação da emergência relacionados a uma equipe de emergência ambiental em atendimento a contêineres com vazamentos, sendo de R\$ 1.000,00/emergência. Este indicador foi definido a partir das observações realizadas durante dois anos de pesquisas.

De acordo com a pesquisa realizada, conforme o custo diário de uma unidade com vazamento, esta segue os seguintes critérios para a Região Sul do Brasil. Vale ressaltar que na tabela a seguir não participam os custos de materiais absorventes empregados para a contenção do vazamento, que dependerá de cada caso.

**Tabela 1.** Custos iniciais frente às emergências envolvendo vazamentos de produtos nocivos através de contêineres

<b>Atividades</b>	<b>Custos/RS</b>
Área de segurança provida de sistemas de engenharia para contenção do vazamento.	R\$ 1.700,00/dia.
Descontaminação da segurança provida de sistemas de engenharia para contenção do vazamento.	R\$ 1.700,00/descontaminação.
Destinação dos resíduos perigosos.	R\$ 500,00/emergência.
Método de selagem das borrachas das portas do contêiner pelo lado exterior.	R\$ 2.000,00/equipe de três profissionais.

Fonte: O autor

### Desenvolvimento do dispositivo de contenção

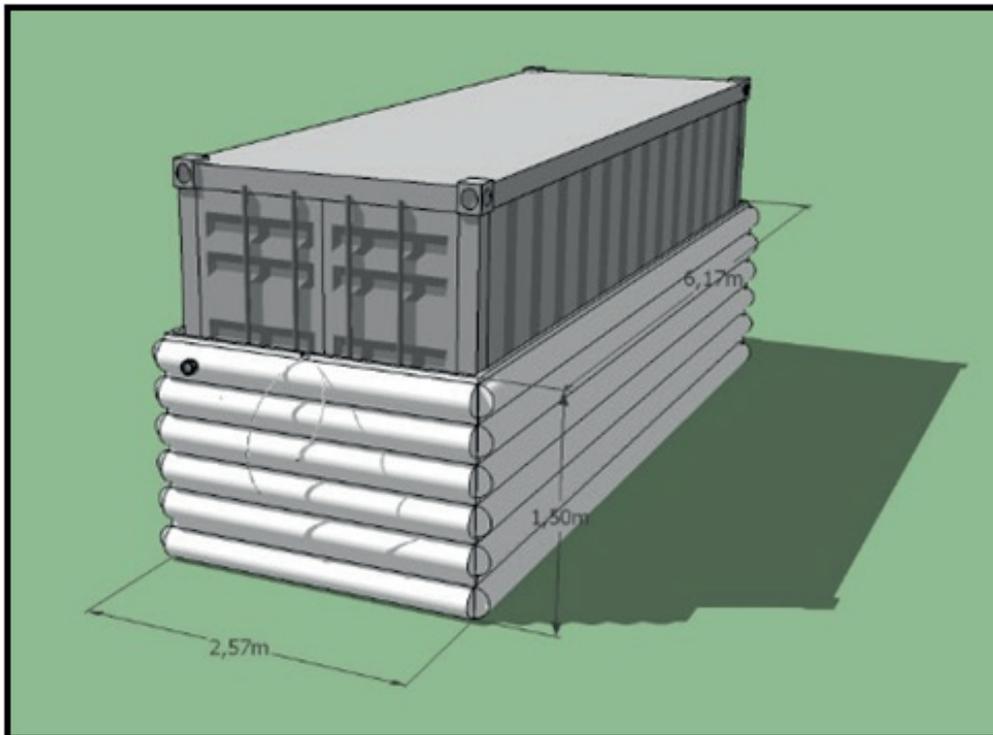
Após dois anos de coleta de dados projetou-se um equipamento que pudesse atender às necessidades das emergências envolvendo os contêineres, no viés ambiental, operacional e econômico.

Durante os 24 meses de pesquisa pôde-se desenvolver um equipamento chamado de ecotêiner. Este equipamento se trata de um invólucro fabricado em material de alta resistência química e mecânica que é colocado sobre a base do contêiner que apresenta vazamento nos diferentes modais do setor.

O ecotêiner foi projetado para servir de equipamento de salvatagem e terá como principal função conter os vazamentos em contêineres e fazer com que estes possam ser transportados imediatamente, sem a necessidade de iniciar o processo de avaliação e observação, bem como o tratamento administrativo e operacional que atualmente faz com que o contêiner fique em média 48 horas bloqueado nas instalações portuárias.

O ecotêiner está previsto na Resolução nº 420 (ANTT, 2004), conforme o item 4.1.1.15, “Uso de embalagens de resgate”, e poderá ser empregado para o transporte intermodal desde que atenda aos requisitos de segurança previstos na normatização brasileira. O ecotêiner terá a aparência de uma grande piscina fabricada em material flexível. Sua massa total chegará a 250 kg, devido à base de posicionamento ser fabricada em aço 1040 (Figura 1).

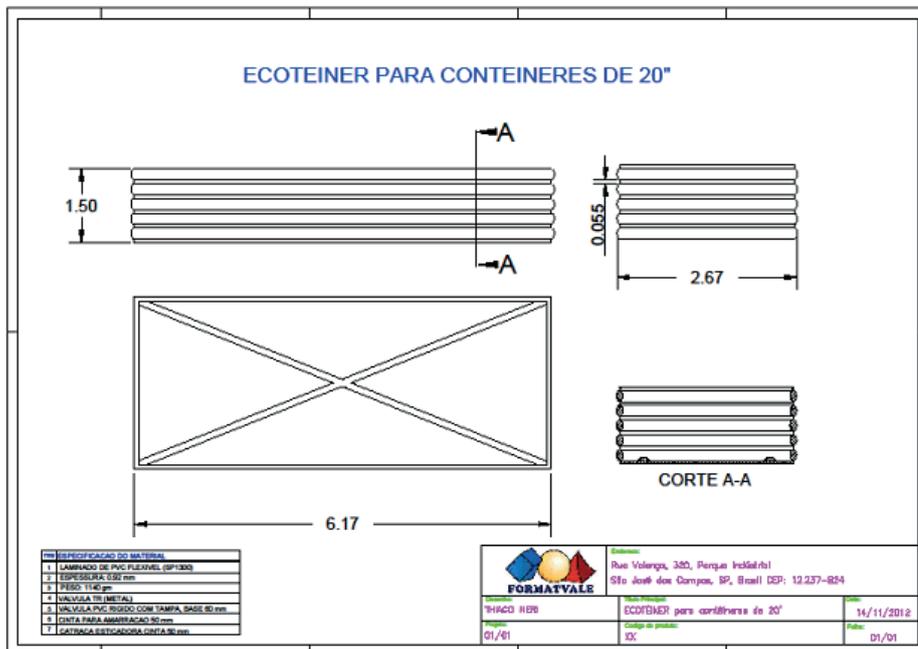
**Figura 1.** Ecotêiner aplicado a um contêiner com vazamento



Fonte: O autor

Projetou-se o ecotêiner com o objetivo de promover a proteção contra vazamentos de contêiner no setor intermodal, e oferecer ao mercado uma opção viável para atender aos problemas ambientais durante o transporte de contêineres contendo produtos perigosos, problemas estes que até o momento resumem-se na limpeza e descontaminação da área afetada pelo o vazamento.

**Figura 2.** Projeto técnico do ecotêiner desenvolvido pela empresa contratada



Fonte: O autor

---

Durante dois anos trabalhou-se na construção do protótipo do ecotêiner em escala de miniatura. Nesta etapa foi testada a resistência química do material proposto a se construir o ecotêiner. A manta era de polipropileno de alta densidade e para tal foi utilizada soda cáustica e cloreto férrico como agentes agressores ao material em teste (Figura 3).

**Figura 3.** Miniecotêiner com soda cáustica em seu interior, testes de resistência a agentes agressivos



Fonte: O autor

Foi ainda testada uma pequena fração de um material chamado de laminado de PVC de 0.2 milímetro, este teve o objetivo de verificar a resistência química do material para a fabricação do ecotêiner Modelo 2 (inflável) para o transporte de contêiner com vazamentos em carretas de rua (Figura 4).

**Figura 4.** Laminado de PVC 0,2 milímetro sendo testado no fundo de um recipiente contendo soda cáustica com ph 13



Fonte: O autor

Os testes iniciais de resistência mecânica revelaram excelentes propriedades de cada material submetido ao agente agressor. Assim, pode-se dar seguimento nas demais etapas do projeto.

A segunda etapa do projeto compreende a fabricação dos protótipos em tamanhos maiores. Para isso necessitou-se realizar uma viagem ao estado de São Paulo para acompanhar a fabricação das peças. A primeira peça foi desenvolvida para teste das soldas eletromagnéticas e para os testes de dobragem. Os protótipos foram executados com sucesso e então partiu-se para os testes de medidas e ajustes finais (Figura 5).

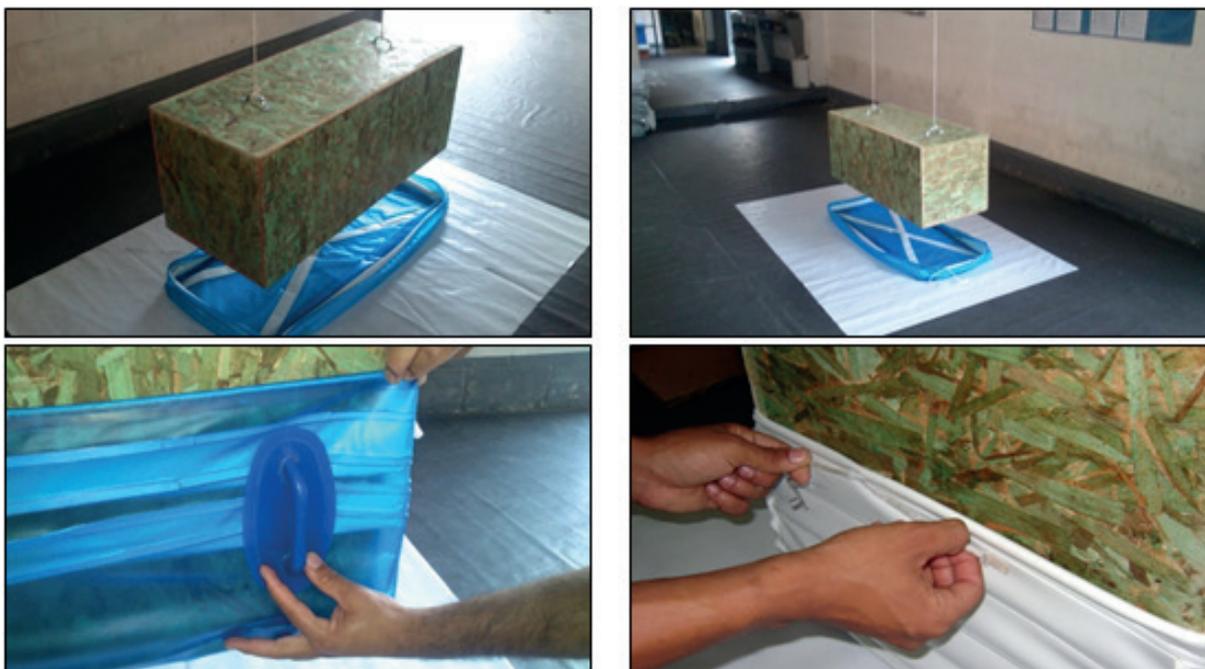
**Figura 5.** Teste das soldas eletromagnéticas e testes de dobragem do laminado de PVC 0,2 milímetro



Fonte: O autor

Após os testes citados anteriormente, ainda na cidade de São José dos Campos – SP, deu-se início aos testes de ajustes em um módulo fabricado em menor escala que imita um contêiner real. Este teste foi de extrema importância para fechar os trabalhos desenvolvidos com a empresa contratada. Os testes contemplaram o ajuste do ecotêiner aplicado a um contêiner, sendo este fabricado inicialmente em compensado de madeira. Os resultados foram favoráveis e indicaram a possível fabricação de um lote de cinquenta peças a serem aplicadas no setor portuário de Navegantes.

**Figura 6.** Testes de ajuste com o módulo fabricado em menor escala



Fonte: O autor

Os primeiros testes em tamanho real foram realizados no terminal portuário de Navegantes, utilizando um protótipo do ecotêiner fabricado em lona de PVC, totalmente flexível e dotado dos dispositivos metálicos chamados de castanhas inteligentes. Contudo, os testes mostraram baixa eficiência no material utilizado e dificuldades de aplicação do dispositivo à unidade com vazamento.

**Figura 7.** Primeira bateria de testes e ajuste com o módulo de contêiner real



Fonte: O autor

---

Os primeiros testes em escala real demonstraram que o ecotêiner poderia ter eficiência, mas precisaria de ajustes técnicos até ser utilizado em grande escala. Num segundo momento, foram realizadas importantes melhorias no protótipo e novos testes em escala real, conforme mostra a Figura 8.

**Figura 8.** Segunda bateria de testes e ajuste com o módulo de contêiner real



Fonte: O autor

Em seguida, decidiu-se mudar a matéria-prima que constitui a estrutura do ecotêiner. A mudança foi realizada e no lugar do PVC flexível foi construído um protótipo em PEAD (Polietileno de alta densidade) 1,5 mm e realizados novos testes construtivos, conforme mostra a Figura 9.

**Figura 9.** Testes construtivos em PEAD para o protótipo do ecotêiner



Fonte: O autor

Os testes construtivos realizados em polietileno de alta densidade mostraram grande eficiência na contenção de químicos e melhores características de manuseio e aplicação do ecotêiner a uma unidade com vazamento. O Projeto Ecotêiner tomou corpo e virou um produto padronizado, sendo considerado, atualmente, o único equipamento de salvatagem para contêiner marítimo do mundo, conforme pesquisa realizada pelo escritório de advocacia, especializado em buscas por patentes e ativos intangíveis, contratado pela empresa Oxigen Tecnologia. Atualmente, o ecotêiner é fabricado com material de polietileno de alta densidade, segundo normas específicas. Segue ainda um padrão de qualidade internacional, visto que a empresa

---

Oxigen Tecnologia possui representação na Califórnia (Estados Unidos) e iniciou, em 2014, os trâmites de fornecimento de unidade de ecotêiner para clientes de fora do país.

Na Figura 10 podem-se evidenciar as atuais características do ecotêiner em estado final de criação e pronto para ser comercializado.

**Figura 10.** Projeto concluído e pronto para ser comercializado para o mercado interno e externo



Fonte: O autor

O Projeto Ecotêiner, mesmo após atingir seu estado final de criação, continuou sendo pesquisado pelo acadêmico e autor Régis Chrystian da Silva e diante de diversas possibilidades de aplicação, criou-se uma segunda versão chamada de Ecotêiner de Interior. Praticamente possui as mesmas características operacionais do projeto inicial, contudo, o ecotêiner de interior é aplicado no interior do contêiner de forma preventiva e evita que possíveis vazamentos de produtos perigosos e poluentes cheguem até o meio ambiente ou coloquem pessoas em risco.

A Figura 11 mostra a aplicação do ecotêiner de interior.

**Figura 11.** Segunda versão do projeto chamado ecotêiner de interior



Fonte: O autor

Logo após o desenvolvimento destes dois projetos, o acadêmico e autor Régis Chrystian da Silva, juntamente com a equipe da empresa Oxigen Tecnologia, criaram uma linha inteira de equipamentos de proteção ambiental e segurança industrial que pode ser verificada em <[www.oxigensafety.com.br](http://www.oxigensafety.com.br)>. Atualmente, o acadêmico e criador dos equipamentos mencionados acima, faz parte do Conselho Administrativo da empresa Oxigen Tecnologia. Régis Chrystian da Silva é responsável, principalmente, por manter a criação e desenvolvimento tecnológico de equipamentos de proteção ambiental para a empresa Oxigen Tecnologia.

---

Para se ter certeza da inovação tecnológica que o Projeto Ecotêiner significa para o setor intermodal referente ao transporte de contêiner, foi realizada uma pesquisa de caráter internacional através do tratado de cooperação em matéria de patente e o relatório de pesquisa internacional sob a Ref. API 1923. A pesquisa mostrou que não há no mundo invenção similar ao Projeto Ecotêiner.

O Projeto Ecotêiner é uma inovação tecnológica com alto potencial de adesão de uso em portos de todo o mundo. Por este fato o Ecotêiner foi devidamente patenteadado no Brasil, através do Requerimento nº 0000221208790247, registrado no Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI), bem como através do requerimento de patente internacional, conforme a Referência PCT/BR2012/000535. Este procedimento garante e prova o trabalho científico realizado pelo autor durante a sua conduta acadêmica, cumprindo, desta forma, a política de ensino da Uniasselvi, que bem coloca a frase: “Não basta saber, é preciso saber fazer”.

Em 2012, o Projeto Ecotêiner foi premiado com R\$ 50.000,00 através da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina, que reconhece projetos inovadores e de cunho tecnológico.

Ainda no ano de 2012, o Projeto Ecotêiner foi escolhido como melhor projeto nacional na categoria setores tradicionais para o Prêmio Santander de empreendedorismo, cujo objetivo é apoiar projetos universitários de todo o Brasil. Nesta ocasião, o autor recebeu R\$ 50.000,00 e uma bolsa de estudos na universidade de Babson College, Boston, Estados Unidos.

Em 2013, o Projeto Ecotêiner foi contemplado com o programa governamental Art. 170 para bolsa de pesquisas e, nesta ocasião, os estudos coordenados pelo autor e desenvolvidos em paralelo ao curso de Engenharia Ambiental da Uniasselvi, passou a ser financiado pelo governo federal até o final do ano de 2013.

Em 2014, o Projeto Ecotêiner foi contemplado como finalista entre os cinco projetos mais inspiradores do ano pela editora Abril, revista Veja e Chivas.

Ainda em 2014, o projeto Ecotêiner foi contemplado com o segundo lugar no Congresso Nacional de Iniciação Científica (CONIC-SEMESP).

#### Análises estatísticas

De acordo com os dados analisados, foi observado que vazamentos de contêineres são problemas existentes e consideráveis no setor intermodal relacionado ao transporte de contêineres. Observa-se que nas instalações portuárias onde o estudo deste trabalho de graduação foi desenvolvido, para uma escala de dois anos de estudos (24 meses) a cada 1.000.000 (um milhão) de contêineres movimentados evidenciamos 38 ocorrências com vazamentos de contêineres contendo produtos perigosos e poluentes. Observa-se também que a cada 728 dias de movimentação portuária foram registrados 214 dias em estado de emergência em relação aos contêineres que apresentaram vazamentos.

Este dado mostra que um contêiner que apresenta vazamento significa para as instalações portuárias mais de um dia de empenho para solucioná-lo, o que despande de recursos adicionais para a correção do evento negativo.

Com a aplicação do ecotêiner pretende-se diminuir em 82% o tempo de tratamento de uma unidade de contêiner com vazamento, pois partindo do princípio de que não será necessário realizar a abertura da unidade e nem mesmo dar início ao trâmite documental, o ecotêiner será efetivo na remediação do vazamento, uma vez que conterà o material vazado, dando tempo hábil da unidade chegar até o seu destino final, visto que os vazamentos em contêineres são caracterizados por extravasarem cerca de 10% de seu volume total, que é perfeitamente estancado através da capacidade de retenção do ecotêiner.

A seguir são demonstrados, na Tabela 2 e Tabela 3, os dados brutos coletados referentes às emergências ambientais envolvendo vazamentos de contêineres com cargas perigosas e poluentes.

**Tabela 2.** Dados coletados durante o ano de 2011 referentes às emergências ambientais observadas em contêineres com vazamentos de cargas perigosas e poluentes em uma instalação portuária do Sul do Brasil

Ano	Nº Contêiner	Tipo de Invólucro	Classe	ONU	Total/ dias	Posicionamento	Carreta	Equipe Externa	Descontaminação Carreta	Destinação de resíduos
2011	POCU 049430-6	Bombonas 50l	4.1	3242	1	0	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	0
2011	PCIU 212437 7	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MAEU 6706075	Tambores 200l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	PONU 0602071	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	CARU 226769 5	Bombonas 50l	5.1	2468	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MSCU – 600278-0	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU – 398559-9	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 195679-3	Bombonas 50l	3	1917	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 769946-0	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 769908-0	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU – 392956-5	Bombonas 50l	9	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	SUDU 761117-1	Bombonas 50l	NI	NA	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	NYKU 286475-2	Bombonas 50l	3	2924	8	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	NYKU 301.843-0	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 270378-8	Bombonas 50l	NI	NA	3	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	TCKU 385798-1	Bombonas 50l	NI	NA	4	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 120442-3	Bombonas 50l	NI	NA	4	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MSCU 154452 - 0	Bombonas 50l	5.1	2468	26	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	MEDU 164618-0	Bombonas 50l	NI	NA	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	ZCSU 592301-6	Bombonas 50l	NI	NA	60	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
2011	CLHU 220256 9	Bombonas 50l	NI	NA	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00
<b>Dias em Emergência em 2011 ( 135)</b>										
<b>21 emergências</b>										

Fonte: O autor

**Tabela 3.** Dados coletados durante o ano de 2012 referentes às emergências ambientais observadas em contêineres com vazamentos de cargas perigosas e poluentes em uma instalação portuária do Sul do Brasil

<i>Ano</i>	<i>Nº Contêiner</i>	<i>Tipo de Invólucro</i>	<i>Classe</i>	<i>ONU</i>	<i>Total/dias</i>	<i>Posicionamento</i>	<i>Carreta</i>	<i>Eq. Externa</i>	<i>Descont. Carreta</i>	<i>Destinação de resíduos</i>	
2012	MEDU 221649 7	Bombonas 50l	9	2211	1	0	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 0,00	R\$ 500,00	
2012	TGHU 183663-0	Bombonas 50l	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CARU 965105-9	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	BLKU 256803-3	Bombonas 50l	9	3082	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CABR 800134-3	Bombonas 50l	NI	NA	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	ZCSU 258418-2	Bombonas 50l	NI	NA	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	TGHU - 259285-8	Flextanque	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	SUDU 113395-9	Tambores 200l	NI	NA	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CARU 272338-9	Bombonas 50l	9-3-8-6	3402-2901-2904-2922-2942-3302-3809-3906-4911-3204-3404	5	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MEDU 645966-4	Bombonas 50l	5.1	2468	13	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MSCU 302373-1	Bombonas 50l	8	2586	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	MEDU 645966-4.	Bombonas 50l	8	2468	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	EXFU 144029-9.	Bombonas 50l	3	1280	1	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
2012	SUDU 759306-2	Tambores 200l	NI	NA	3	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	CAXU 656318-1	Bombonas 50l	3	1917	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	BSIU 255941-7	Bombonas 50l	8	2789	2	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00	
2012	SUDU 549445-9	Tambores 200l	NI	NA	6	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
2012	ZCSU 8475379	Bombonas 50l	3	1950	7	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 1.000,00	R\$ 1.700,00	R\$ 500,00	
				<b>79</b>	<b>18 emergências</b>						
				<b>Dias em Emergência em 2012</b>							

Fonte: O autor

Foram identificadas 38 ocorrências durante os anos de 2011 e 2012, de acordo com os casos analisados durante dois anos de estudos, em um dos mais importantes terminais portuários do Brasil. Destas 38 ocorrências, observou-se que 42,11% ocorreram por um período igual ou superior a 48 horas, ou seja, na maioria das vezes, para os dados analisados, o contêiner com vazamento ficou 48 horas na área portuária sobre o processo de avaliação, observação e tratamento do vazamento. Vale ressaltar que a indicação de um dia significa 24 horas, seguindo esta dinâmica para as demais indicações de dias de contêineres em emergências.

Para se chegar nesta conclusão, os dados da Tabela 2 e Tabela 3 foram parametrizados e identificada a frequência para o objeto do estudo, que, neste caso, trata-se de quantas horas um contêiner pode ficar em emergência em uma instalação portuária (Tabela 4).

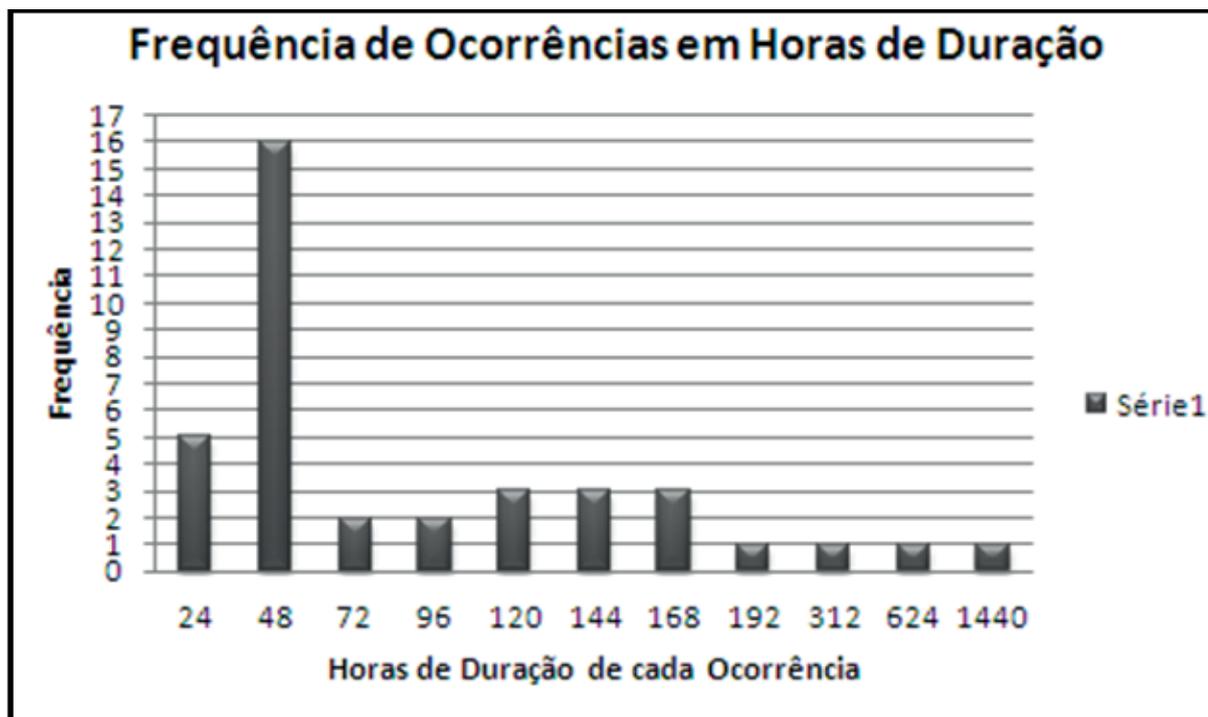
**Tabela 4.** Referente à indicação da frequência e frequência relativa para os dados observados em campo

<i>Horas/Contêiner em emergência</i>	<i>Frequência das Ocorrências</i>	<i>Frequência Relativa (%)</i>
24	5	13,16
<b>48</b>	<b>16</b>	<b>42,11</b>
72	2	5,26
96	2	5,26
120	3	7,89
144	3	7,89
168	3	7,89
192	1	2,63
312	1	2,63
624	1	2,63
1440	1	2,63
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor

De forma mais clara, o gráfico paramétrico da Figura 12, a seguir, apresenta um indicador importante, sendo este de maior probabilidade de ocorrências envolvendo vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de unidade de contêineres por unidade de tempo. Ou seja, para cada 38 ocorrências conforme características já apresentadas, 16 destas duram por período igual ou superior a 48 horas dentro das instalações portuárias.

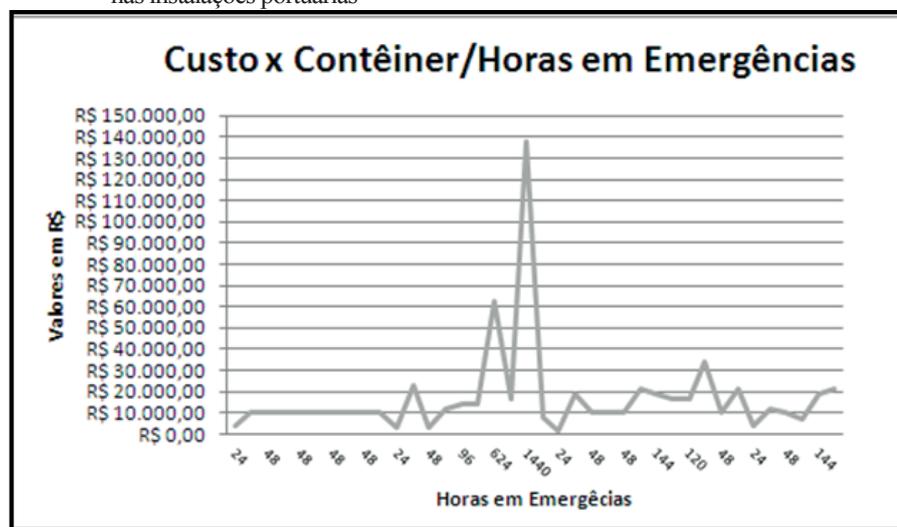
Figura 12. Indicador de duração de ocorrências de vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de unidade de contêineres por unidade de tempo



Fonte: O autor

De acordo com os dados analisados, foi observado que vazamentos de contêineres são problemas existentes e consideráveis no setor intermodal relacionado ao transporte de contêineres. O gráfico da Figura 13, a seguir, mostra a relação direta dos custos (R\$) em função das horas que uma unidade de contêiner passa nas instalações portuárias. No eixo (y) do referido gráfico é possível verificar os valores em (reais) apontados para o atendimento às emergências envolvendo contêineres. Já no eixo (x) observa-se que com o aumento das horas que uma unidade de contêiner passa em emergências, nas instalações portuárias, aumentam-se consideravelmente os custos relacionados à emergência.

Figura 13. Relação direta dos custos (R\$) em função das horas que uma unidade de contêiner passa nas instalações portuárias



Fonte: O autor

A Tabela 5, a seguir, mostra o volume de produto perigoso ou poluente vazado para fora do contêiner. Estes dados foram coletados a partir do acompanhamento pessoal do autor para cada emergência registrada na área portuária onde se deu o desenvolvimento deste estudo.

Observa-se que a frequência das ocorrências é definida em função da moda encontrada para os dados paramétricos. Desta forma pode-se dizer que a maioria dos contêineres em emergências, observados durante os anos de 2011 e 2012, apresentaram vazamentos de aproximadamente 87 litros de produtos perigosos e poluentes.

**Tabela 5.** Referente à indicação do volume médio de produto vazado por unidades de contêineres por horas em ocorrência

<b>Horas/contêiner em emergência</b>	<b>Média (volume) do produto vazado/contêiner</b>	<b>Frequência das ocorrências</b>	<b>Frequência relativa (%)</b>
24	55	5	13,16
<b>48</b>	<b>87</b>	<b>16</b>	<b>42,11</b>
72	89	2	5,26
96	98	2	5,26
120	99	3	7,89
144	105	3	7,89
168	107	3	7,89
192	135	1	2,63
312	144	1	2,63
624	146	1	2,63
1440	320	1	2,63
<b>Total</b>		<b>38</b>	<b>100,00</b>

Fonte: O autor

A Tabela 6, a seguir, demonstra que a moda e a frequência acumuladas, referentes aos dados analisados para cada evento, representam que um contêiner ficará no mínimo 48 horas retido no terminal portuário devido ao vazamento de produtos perigosos. A coluna onde se encontra o custo médio, mostra que, para 48 horas de emergência o mesmo contêiner custará para a cadeia logística intermodal o ônus de R\$ 9.286,88 para o atendimento ainda no terminal portuário.

A coluna descrita como 30% adicional, significa o custo sobressalente que o proprietário do contêiner contabilizará devido ao pagamento de uma nova programação de traslado da unidade, uma vez que o contêiner que apresenta o vazamento, e fica retido por 48 horas no terminal portuário, terá que reprogramar seu transporte para o dia seguinte, sendo necessário o pagamento de um novo frete rodoviário ou em alguns casos frete marítimo. Este dado pode demonstrar que o custo médio terá que ser somado aos 30% adicionais, o que resultará no custo acumulado de R\$ 12.072,94 por unidade com vazamento para a moda encontrada, sendo esta de 48 horas de emergência por contêiner com vazamento.

**Tabela 6.** Referente à indicação da frequência e frequência relativa para os dados observados em campo

<b>Horas/ Contêiner em emergência</b>	<b>Frequência das Ocorrências</b>	<b>Frequência Relativa (%)</b>	<b>Custo médio</b>	<b>30% Adicionais</b>	<b>Custo Acumulado</b>
24	5	13,16	R\$ 3.848,00	R\$ 1.065,60	R\$ 4.913,60
<b>48</b>	<b>16</b>	<b>42,11</b>	<b>R\$ 9.286,88</b>	<b>R\$ 2.786,06</b>	<b>R\$ 12.072,94</b>
72	2	5,26	R\$ 12.090,00	R\$ 3.627,00	R\$ 15.717,00
96	2	5,26	R\$ 14.300,00	R\$ 4.290,00	R\$ 18.590,00
120	3	7,89	R\$ 16.510,00	R\$ 4.953,00	R\$ 21.463,00
144	3	7,89	R\$ 18.720,00	R\$ 5.616,00	R\$ 24.336,00
168	3	7,89	R\$ 20.930,00	R\$ 6.279,00	R\$ 27.209,00
192	1	2,63	R\$ 23.140,00	R\$ 6.942,00	R\$ 30.082,00
312	1	2,63	R\$ 34.190,00	R\$ 10.257,00	R\$ 44.447,00
624	1	2,63	R\$ 62.920,00	R\$ 18.876,00	R\$ 81.796,00
1440	1	2,63	R\$ 138.060,00	R\$ 41.418,00	R\$ 179.478,00
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>100,00</b>	-	-	-

Fonte: O autor

Observa-se ainda na coluna (horas/Contêiner em Emergência) da Tabela 6, que durante os 24 meses de estudo, uma unidade de contêiner apresentou vazamento na instalação portuária ficando sobre emergência 1.440 horas e somando um custo total de R\$ 179.478,00, já somados os 30% adicionais, o suficiente para inviabilizar a tramitação de importação e exportação do contêiner, uma vez que este custo ultrapassou o valor real da carga, o que ressalta a importância de um atendimento rápido e seguro para as unidades que apresentam vazamento de produtos perigosos e poluentes.

Vale ressaltar que os estudos aqui apresentados terão continuidade através da aplicação dos testes estatísticos (Teste T-Student, Mann-Whitney etc.), com o objetivo de demonstrar estatisticamente a relação entre o tempo e o custo de operação de tratamento de um contêiner com o procedimento usual e com a aplicação do ecotêiner.

### **Considerações finais**

Foi demonstrada a existência de uma oportunidade de melhoria para as tratativas que envolvem vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, no âmbito ambiental, econômico e operacional.

---

Foi possível demonstrar que vazamentos em contêineres significam prejuízos a toda a cadeia logística, podendo afetar o meio ambiente, a economia e a operacionalização dos terminais portuários.

Foi apresentado de forma estatística a compreensão dinâmica dos eventos adversos envolvendo vazamentos em contêineres com interface às instalações portuárias especializadas em cargas containerizadas.

Os dados coletados sofreram um tratamento paramétrico e após calculada a moda, frequência, frequência relativa e indicações de números absolutos, pode-se evidenciar que é verdadeira a existência de uma distribuição normal de dados para os contêineres com vazamentos.

Foram apresentados os resultados referentes à criação e aplicação de um equipamento de salvatagem inédito (ecotêiner) que poderá ser usado para controlar tais emergências e proporcionando a redução de custos.

Ficou evidente que quanto menos um contêiner permanecer em emergência, menores serão os impactos ambientais, operacionais e econômicos, com isso a aplicação de um equipamento que permita seu transporte seguro, mesmo estando este com vazamento, fará com que as tratativas sejam mais eficientes e eficazes.

O ecotêiner trará ao setor de transportes de contêineres, seja por terra ou mar, um novo conceito acessível e viável. O Projeto Ecotêiner foi desenvolvido partindo de uma ideia inovadora, sem precedentes. Não se trata de melhorar algo que já existe no mercado, e sim de desenvolver um produto inovador, que atende plenamente às necessidades e dificuldades encontradas hoje para o transporte de contêineres, contendo produtos químicos e poluentes.

O Projeto Ecotêiner levou em consideração a demanda de pesquisa de mercado para o desenvolvimento de um produto inovador, a metodologia de fabricação do produto, a busca por parcerias que pudessem potencializar o desenvolvimento do produto, as dificuldades em lançar o produto e a identificação e a busca pelos potenciais clientes. Assim, objetivou viabilizar metodicamente a produção do produto denominado como ecotêiner de forma a ajustar as possibilidades de produção e fornecimento de um produto especializado para o setor intermodal no transporte de contêineres, contendo produtos perigosos. Com a adoção do ecotêiner diante dos casos de vazamentos de produtos perigosos e poluentes através de contêineres, foi possível observar a redução de 82% no tempo de atendimento a cada emergência, isso significa claramente a redução dos riscos de impactos ambientais, bem como a otimização operacional e a redução dos custos envolvidos na emergência.

## Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. 2012. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/Portal/default.asp>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS - ANTAQ. **O porto verde:** modelo ambiental portuário. Brasília: ANTAQ, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT. Resolução nº 420, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Disponível em: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/transporte/documentos/Resolucao-ANTT-420.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2016.

ARBACHE, S. F. **Gestão de logística, distribuição e trade marketing**. São Paulo: FGV, 2011.

---

BOTELHO, A. V. (Org.). **Golfo do México - Contaminacion e impacto ambiental: diagnóstico y tendencias**. EPOMEX - Série Científica 5. Universidade de Campeche, México, 1998.

BRANCO, S. M. **Efeitos ecológicos da implantação de um porto marítimo, com especial referência à poluição por petróleo**. Relatório CETESB. 1976. 23 p.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9966.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9966.htm)>. Acesso em: 5 jul. 2016.

CAIRNCROSS, F. **Meio ambiente: custos e benefícios**. São Paulo: Editora Nobel, 1992.

CETESB. **Sistema estuarino de Santos e São Vicente**. São Paulo, SP. Relatório CETESB, 2001.

CINTRÓN, G.; SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Proposta para estudo dos recursos de marismas e manguezais**. Relatório do Inst. Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 1981.

DANTAS L. M. **Avaliação de risco em instalações portuárias**. Olinda: CE, 2011.

DIAS, S. R. et al. **Gestão de marketing**. São Paulo: Saraiva, 2004.

DILLER, S. **Risk Assessment and cost-benefit techniques as management tools for oil spill prevention**. In: Oil and Hydrocarbon Spills, Modelling, Analysis and Control. Eds. Garcia- Martinez, R. and Brebbia, C. A. Computational Mechanics Publications. Southampton, Reino Unido, 1988.

FAVERIN, Victor. **Revista Meio Ambiente Industrial**. Ano XV, edição 89, São Paulo, 2011.

GEFE, W.; AMORIM, L. F.; AMORIM, A. C. **Aspectos socioeconômicos da pesca artesanal na Baixada Santista**. IV Congresso Brasileiro de Pesquisas Ambientais e Saúde - CBPAS, 18 a 21 de julho de 2004, Santos, São Paulo, 2004.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

LOPES, C. F. Aspectos ambientais nas emergências químicas. **Revista Meio Ambiente Industrial**, ano XIII, edição 77, 2009.

LOVELOCK, J. **Gaia: cura para um planeta doente**. Traduzido do título original: Gaia: medicine for an illing planet. Editora Cultrix. 2006. 192 p.

RAZZOLINI, F. **Transportes e modais com custos de TI e SE**. Curitiba PR, 2011.

STOPFORD, M. Maritime Economics. **Routledge**, 1997.

---

Artigo recebido em 15/06/16. Aceito em 18/08/16.