

Incompatibilidades das substâncias químicas movimentadas no Porto Dom Pedro II de Paranaguá-Paraná**Incompatibilities of chemical substances handled in the Port Dom Pedro II of Paranaguá-Paraná**

DOI:10.34117/bjdv6n9-133

Recebimento dos originais: 05/08/2020

Aceitação para publicação: 08/09/2020

Patricia Milla Gouvêa

Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá

Endereço: Rua Antônio Carlos Rodrigues, 453. Bairro: Porto Seguro–Paranaguá–Paraná.

CEP:83215-750

Email: patricia.milla@yahoo.com.br

Emerson Luís Pawoski da Silva

Mestre em Ciência, Tecnologia e Sociedade

Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá

Endereço: Rua Antônio Carlos Rodrigues, 453. Bairro: Porto Seguro–Paranaguá–Paraná.

CEP:83215-750

Email: emprovoski@gmail.com

Emerson Luis Tonetti

Doutor em Geografia

Instituto Federal do Paraná - campus Paranaguá

Endereço: Rua Antônio Carlos Rodrigues, 453. Bairro: Porto Seguro–Paranaguá–Paraná.

CEP:83215-750

Email: emerson.tonetti@ifpr.edu.br

RESUMO

A cidade de Paranaguá é a maior contribuinte econômica da região litorânea do estado Paraná, sendo o Porto Dom Pedro II o protagonista desse cenário. A atividade portuária da cidade gera renda e emprego, mas, também riscos à população. Foram levantados 17 acidentes ocorridos na área portuária através de registros históricos referentes ao período entre 1992 e 2018. Entre os riscos, oriundos da movimentação e armazenamento de substâncias químicas em portos, merecem destaque as incompatibilidades químicas que podem provocar explosões e/ou incêndio. Esse estudo teve como objetivo contribuir no entendimento dos riscos a população e ambiente locais, através da identificação e avaliação das interações entre as substâncias químicas, movimentadas no porto de Paranaguá/PR, tendo um potencial risco de incompatibilidade entre elas e possibilidade de acidentes. Os dados analisados sobre as substâncias foram obtidos de relatórios *Line up* e do Plano Mestre do Porto. Foram produzidos quadros de correlação entre os berços para evidenciar as incompatibilidades identificadas através da literatura. Obteve-se nesse estudo 200 pontos de incompatibilidades químicas na movimentação de substâncias químicas na área portuária, que apresentam-se nas proximidades de áreas residenciais. A possibilidade de explosão e contaminação atingirem pessoas e estruturas dessa área residencial coloca essa população em risco. Através desses resultados, o planejamento da atividade portuária deve considerar as substâncias químicas movimentadas e proximidade entre os

diferentes usos, principalmente o residencial, para evitar acidentes semelhantes aos que ocorreram no passado.

Palavras-chave: Acidente, Risco, População.

ABSTRACT

The city of Paranaguá is the main economic contributor in the coastal region of the state of Paraná and Porto Dom Pedro II is the protagonist of this scenario. The city's port activity offers income and employment, but risks to the population. There were 17 accidents in the port area between 1992 and 2018. Among the risks from the movement and storage of chemical substances in ports, the chemical incompatibilities can cause explosions and/ or fire. This study aimed to contribute to the understanding of the risks to the local population and environment, through the identification and evaluation of interactions between chemical substances moved in the port of Panaguá/ PR with a potential risk of incompatibility between them and the possibility of accidents. The data analyzed were obtained from *Line up* reports and the Porto Master Plan. Correlation charts were produced between the moorings to highlight the incompatibilities identified through the literature. In this study, 200 points of chemical incompatibilities of chemical substances in the port area were obtained. Part of them occurs near of residential areas. The possibility of explosion and contamination to people and structures in this residential area set this population in risk. Through these results, the planning of the port activity must consider the chemical substances moved and proximity between the different uses, mainly the residential, to avoid accidents similar to those that occurred in the past.

Keywords: Accident, Risk, Population.

1 INTRODUÇÃO

O Porto Dom Pedro II ou Porto de Paranaguá, como é mais conhecido, movimentou em 2016 cerca de 43 milhões de toneladas de carga: 39 milhões do cais comercial e berço público e 3,7 milhões do berço privativo. A grande predominância de sua atividade está na movimentação dos granéis sólidos vegetais (51,5%), a qual decorre de significativos volumes de soja em grãos, farelo de soja, milho, açúcar, malte, cevada e trigo. Os granéis sólidos minerais (20,6%) abrangem a movimentação de fertilizantes e sal marinho. Para carga geral (2,8%), estão o açúcar ensacado, celulose e cargas sobre rodas (veículos automotores) e para os granéis líquidos (5,7%) são movimentados principalmente combustíveis, químicos e óleos vegetais. Outras cargas como contêineres somam 19,4% (PORTOS DO PARANÁ, 2018). Esses materiais possuem algumas incompatibilidades entre si e configuram riscos, como ocorre entre álcoois, nitrogenados e açúcares (O'NEIL, 2013) e a possibilidade de explosão.

Historicamente, o crescimento industrial/portuário de Paranaguá (PR) tem sido associado com a expansão acelerada e desordenada da área urbanizada do município (PARANAGUÁ, 2007), resultando na proximidade entre os usos portuários ou correlatos e residenciais, como destacado por Freitas e Tonetti (2016), em um contexto de incompatibilidade de usos e alto potencial de poluição (TONETTI, NUCCI; VALASKI, 2016). A expansão e atividade portuária são direcionadas por

estudos de impactos que compreendem principalmente os ambientes e residências regulares em detrimento de parte da população local que é irregular. Nos estudos de impactos que consideram a população irregular há ausência de avaliação da infraestrutura dessas comunidades (TORRISI; PAULA; WROBLEWSKY, 2017). Na mesma área, um estudo realizado por Gouvêa e Tonetti (2017), identificou, mapeou e classificou o risco de explosão e incêndio relacionados com o armazenamento e manuseio de substâncias inflamáveis em atividades urbanas do município, o qual evidenciou em seus resultados que quanto maior o efeito da substância e proximidade de áreas com uso residencial, maior é o risco que a população está exposta.

Foram evidenciados 17 acidentes ocorridos na região através de registros históricos referentes ao período de 1992 a 2018, que incluem explosões, incêndios e vazamentos. Houveram explosões que provocaram 2 mortes ao total, vazamentos de óleo e nafta que levaram a uma morte e incêndios em correias e granéis sólidos. Nesses acidentes, além de gerar vítimas fatais e feridas, também ocorreram danos à estruturas públicas e privadas (TONETTI; SCHRÖDER; NUCCI, 2015; GOUVÊA; TONETTI, 2017; AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ, 2020; MARINHA DO BRASIL, 2020; PORTOS E NAVIOS, 2020; SUBSEA7 DO BRASIL, 2020).

A frequência e intensidade desses acidentes são preocupantes e indicam que existe a necessidade de uma gestão de riscos mais eficiente na região, com a finalidade de prevenir a exposição do risco (TORRISI; PAULA; WROBLEWSKY, 2017). Desta forma, uma avaliação sobre a movimentação das substâncias químicas e suas incompatibilidades na área portuária de Paranaguá torna-se interessante.

Considerando os acidentes ocorridos no passado e os estudos relacionados já realizados na cidade de Paranaguá, entende-se que este estudo tem como objetivo contribuir na relação entre população local e a natureza, através da identificação e avaliação das interações entre as substâncias químicas movimentadas, tendo um potencial risco de incompatibilidade entre elas e possibilidade de acidentes.

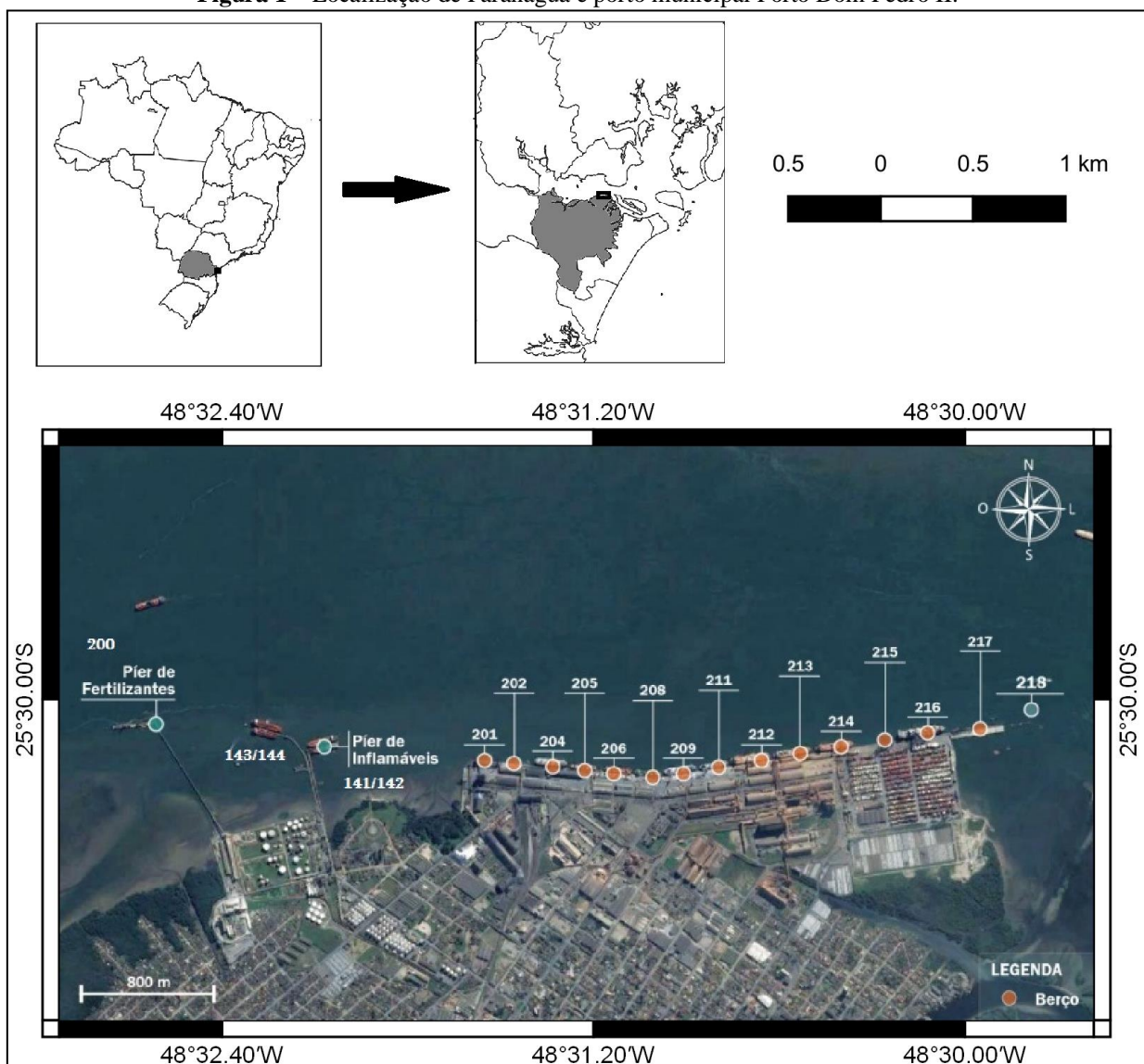
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

No litoral do Estado do Paraná, o município de Paranaguá apresenta território de 808,959 km² e população estimada de 154.936 habitantes (IPARDES, 2020). Paranaguá é a cidade com maior movimentação econômica da região, representando 80% de toda essa atividade e esse potencial está relacionado ao porto. O Porto Dom Pedro II, administrado pela autarquia estadual Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA), demanda ampliações em sua estrutura e com frequência, interagindo com bairros e canais hídricos da cidade (CUNICO, 2016). O Porto Dom Pedro II (Figura

1) é estruturado em um cais público acostável de 3.131 metros de comprimento, possuindo 14 berços com a capacidade de atender simultaneamente entre 12 e 14 embarcações. Possui também 1 berço de atracação para operações de transporte de grandes quantidades (berço 218), composto por 3 bases de atracação e 1 de amarração, totalizando 3.400 metros acostáveis (PORTOS DO PARANÁ, 2018). Além do cais comercial, dispõe também de 3 piers. O pier de Inflamáveis, de uso público, possui 2 berços: um interno e outro externo (141 e 142), o pier de Granéis Líquidos, privativo da empresa Cattalini, também possui 2 berços (um interno e outro externo (143 e 144) e o píer de Fertilizantes, com o berço 200 (interno e externo), arrendado à empresa Fospar (PORTOS DO PARANÁ, 2018).

Figura 1 – Localização de Paranaguá e porto municipal Porto Dom Pedro II.



Adaptado de: APPA & ACQUAPLAN (2013).

Cada berço tem usos diferentes de acordo com a viabilidade operacional (tipos de carga): os berços de Carga Geral incluem o 202 e 205; de Contêineres são 215, 216 e 217; os berços 141, 142,

143, e 144 constituem o grupo dos Granéis líquidos; 200/201, 204, 206, 208, 209, 211, 212, 213 e 214 são de Granéis sólidos; e o de Veículos tem apenas o berço 218 (PORTOS DO PARANÁ, 2018).

2.2 METODOLOGIA

O levantamento de todas as substâncias movimentadas na zona de interesse portuário (ZIP) de Paranaguá foi realizado através de consultas dos relatórios “*Line up*” disponibilizados pela APPA (2020), contendo informações como: número da programação, DUV (Documento Único Virtual), berço, embarcação, IMO (*Internacional Maritime Organization* – Organização Marítima Internacional), LOA (*Lenght Over All* – Comprimento total do navio), bordo, sentido, agência, operador, mercadoria, atracação, chegada, ETS (*Estimated time for sailing* – Previsão de desatracação), Tons/dia, previsto, realizado e saldo. Tais informações são revisadas diariamente, dos navios atracados, programados, ao largo para reatracação, ao largo, esperados, apoio portuário e despachados. Esta coleção de relatórios foi realizada em um período de 15 meses através de consultas semanais, entre outubro de 2017 a dezembro de 2018, constituindo 156 relatórios.

A partir da enunciação das substâncias conforme o berço de atracação foi construída uma lista das mercadorias e verificado em quais berços elas já foram descarregadas/carregadas através dos relatórios coletados. Foi realizada uma análise sob esse aspecto, comparando-se com o Plano Mestre do Porto (PORTOS DO PARANÁ, 2018). Em seguida, utilizando quadros de correlações, foram verificadas incompatibilidades entre substâncias movimentadas em um mesmo berço de atracação e em berços vizinhos, considerando propriedades físico-químicas e o grupo funcional (inflamável, combustível, corrosivo, oxidante, dispersivos orgânicos e inorgânicos, e outros), conforme a Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos e a enciclopédia *The Merck Index* (O’NEIL, 2013) servindo de base para as descrições. Essas informações foram utilizadas para verificar os possíveis riscos locais conforme a literatura.

3 RESULTADOS

Foram registradas 48 substâncias movimentadas no porto de Paranaguá, em seus respectivos berços de atracação, no período estudado. A maior parte do transporte de substâncias ocorre nos berços de Carga Geral, Granéis Líquidos e Sólidos, e, somente automóveis são transportados nos berços de Contêineres e de Veículos (Quadro 1).

As substâncias inflamáveis são movimentadas nos berços de Granéis Líquidos. Essas substâncias incluem Álcool Etílico, Gasolinas, GLP (Gás liquefeito de petróleo), Óleo Diesel, Óleo combustível, Metanol e MTBE (Eter metil ter butílico).

Nos berços de Granéis Líquidos, de Containers e de Veículos são transportadas as substâncias combustíveis ou que carregam combustíveis. Nos berços de Granéis de Líquidos ocorre o transporte dos Óleos de Soja, de Dendê, de Palmiste e de Petróleo, enquanto no berço de Veículos, os Automóveis com motor à explosão. Nos berços de Granéis Líquidos também foram identificadas as substâncias corrosivas como o Ácido Sulfúrico, a Soda cáustica e o Hidróxido de Sódio em Solaquo.

As substâncias oxidantes Adubo com nitrogênio, Nitrato de amônio, Adubo mineral com nitrogênio e ADP (Fosfato Monoamônico) são transportadas nos berços de Carga Geral e de Granéis Sólidos.

As substâncias orgânicas e inorgânicas capazes de se dispersar como partículas em suspensão transportadas somente nos berços de Granéis Sólidos são Cevada, Farelo de Soja, Farinhas e Pellets, Milho, Sal Marinho e Soja, enquanto a Ureia c/nitrato também ocorrem nos berços de Granéis Líquidos e, Açúcares, Malte, Ureia e Trigo nos de Carga Geral.

Quadro 1 – Substâncias categorizadas transportadas nos Berços do Porto Dom Pedro II.

Substâncias movimentadas	Berços																			
	200	141	142	143	144	201	202	204	205	206	208	209	211	212	213	214	215	216	217	218
Álcool Etílico																				
Gasolinas																				
GLP																				
Metanol																				
MTBE																				
Óleo combustível																				
Óleo Diesel																				
Óleo de Soja																				
Óleo de Dendê																				
Óleo de Palmiste																				
Óleos de Petróleo																				
Automóveis																				
Ácido Sulfúrico																				
Soda caustica																				
Hidróxido de Sódio em Solaquo																				

Adubo com nitrogênio																			
Adubo mineral com nitrogênio																			
Nitrato de amônio																			
MAP																			
Açúcares																			
Ureia c/nitrato																			
Ureia																			
Cevada																			
Farelo de Soja																			
Farinhas e Pellets																			
Malte																			
Milho																			
Sal Marinho																			
Soja																			
Trigo																			

Fonte: O'NEIL (2013); APPA (2020).

Legenda: **GLP** Gás liquefeito de petróleo; **MAP** Fosfato Monoamônico; **MTBE** Éter metil ter butílico; **CORES**: **Azul** oxidantes; **Marrom** dispersivos orgânicos e inorgânicos; **Cinza** corrosivos; **Roxo** combustíveis; **Vermelho** inflamáveis.

Outras substâncias que não se enquadraram nas categorias acima citadas, como Óleos animais, Suplemento animal, Melaços de cana, Glicerol, Sebo bovino fundido e Óleos animais são transportadas nos berços de granéis líquidos, enquanto Trilhos/Vagões, Máquinas e ferramentas, Polipropileno, Celulose, Contêineres, Cloreto de Potássio, Super fosfato simples, Fosfato Mono ou Dissódico, Fosfatos de Cálcio, Fosfato Diamônico, Outros fosfato de hidrogênio, Sulfato de Amônio, Nitrato de sódio potássico são movimentados em todos os outros berços a exceção do Veículos (Quadro 2).

Quadro 2 – Substâncias não categorizadas transportadas nos Berços do Porto Dom Pedro II.

Substâncias movimentadas	Berços																			
	200	141	142	143	144	201	202	204	205	206	208	209	211	212	213	214	215	216	217	218
Cloreto de Potássio	Verde						Verde		Verde	Verde	Verde	Verde	Verde							
Super fosfato simples									Verde		Verde	Verde	Verde							
Fosfato Mono ou Dissódico	Verde																			
Fosfatos de Cálcio	Verde									Verde	Verde									
Fosfato Diamônico	Verde																			
Outros fosfato de hidrogênio											Verde		Verde							
Sulfato de Amônio	Verde						Verde	Verde			Verde	Verde	Verde							
Nitrato de sódio potássico											Verde		Verde							
Alimet – Suplemento animal				Verde	Verde															
Máquinas e ferramentas									Verde											Verde
Polipropileno									Verde											
Celulose						Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde		Verde	Verde	Verde	Verde	
Contêineres																		Verde	Verde	Verde
Melaços de cana					Verde															
Glicerol				Verde	Verde															
Sebo bovino fundido				Verde	Verde															
Óleos animais		Verde		Verde																
Trilhos/Vagões							Verde		Verde									Verde		

Fonte: O'NEIL (2013); APPA (2020).

Legenda: Verde Substâncias não categorizadas.

As substâncias inflamáveis Álcool Etílico, GLP e Óleo combustível são incompatíveis com as oxidantes. MTBE não tem incompatibilidade com Adubos mineral com nitrogênio, mas, tem com

a substância corrosiva Ácido Sulfúrico e a orgânica Misturas de Ureia c/nitrato. O combustível Óleo de Soja também só reage com oxidantes (O'NEIL, 2013).

Todos os materiais corrosivos são incompatíveis com o oxidante Adubos com nitrogênio e reagem com a maioria dos compostos orgânicos a exceção de cevada, sal marinho e açúcar. Os corrosivos Soda cáustica e Hidróxido de Sódio em Solaquo são adversos ao corrosivo Ácido Sulfúrico (O'NEIL, 2013).

A substância orgânica açúcar não é compatível com todos os oxidantes. As Misturas de Ureia c/nitrato e Ureia reagem com o oxidante Nitrato de amônio e todos os corrosivos a exceção do Ácido Sulfúrico e substâncias sem categorias como Cloreto de Potássio e Salitre (O'NEIL, 2013).

Os oxidantes são muito parecidos na composição por possuírem nitrogênio, mas, suas incompatibilidades são bastantes diferentes, a citar: o fertilizante MAP (Fosfato Monoamônico) reage com todos os corrosivos (salvo Ácido Sulfúrico); o Nitrato de amônio reage com todos os inflamáveis, com a maioria dos orgânicos/inorgânicos (exceto Sal Marinho, Açúcares e Cevada), com o oxidante Adubo com nitrogênio e outros Cloretos de Potássio; o Adubo com nitrogênio e Adubo mineral com nitrogênio são incompatíveis com os combustíveis (exceto automóveis), oxidantes Adubos com nitrogênio e Nitrato de amônio, todos os orgânicos (exceto Açúcar e Sal Marinho) e outros Sulfato de Amônio (O'NEIL, 2013).

As substâncias não categorizadas apresentaram diferentes incompatibilidades. Nota-se que oxidantes e corrosivos são com os quais ocorre mais reações. Polipropileno, Sebo bovino fundido e Óleos e gorduras animais reagem com todos os oxidantes, enquanto Sulfato de Amônio com todos os corrosivos. Com o corrosivo Ácido Sulfúrico a substância Cloreto de Potássio apresenta contraste, e ao contrário a substância Super fosfato simples apresenta conflito com todos os corrosivos, exceto Ácido Sulfúrico. Fosfato Mono ou Dissódico e Suplemento animal reagem com todos os oxidantes e com o corrosivo Ácido Sulfúrico. Todos os oxidantes e corrosivos, salvo Ácido Sulfúrico, são incompatíveis com Fosfatos de Cálcio, Hidrogenio-ortofosfato de diamo e Outros hidrogenos-ortofosfatos. O Melaços de cana reage com o orgânico Misturas de Ureia c/nitrato e com todos os oxidantes, menos Adubo mineral com nitrogênio. O Salitre é a substância com mais incompatibilidades: todos os inflamáveis, oxidantes, combustíveis e corrosivos, com exceção de automóveis e Ácido Sulfúrico (O'NEIL, 2013).

Identificou-se um total 200 incompatibilidades entre substâncias na movimentação de cargas e descargas, havendo 91 entre substâncias que ocorrem no mesmo berço e 109 entre berços contíguos (Figura 3).

Figura 3 – Número de pontos de incompatibilidade entre substâncias químicas movimentadas em cada berço e entre berços no Porto Dom Pedro II.



Adaptado de: PORTOS DO PARANÁ (2018).

Legenda: Quadrados amarelos – Número de incompatibilidades no mesmo berço; Quadrados vermelhos – Número de incompatibilidades entre berços vizinhos.

O berço 200 é arrendado exclusivamente para movimentação de fertilizantes, sendo isolado dos demais berços. Nota-se que ocorre a incompatibilidade entre adubos com nitrogênio e fosfato mono ou dissódico, fosfatos de cálcio, fosfato diamônico e sulfato de amônio devido ao fato de os fertilizantes com nitrogênio serem do grupo funcional oxidantes. Ocorre também incompatibilidade da ureia com o cloreto de potássio, devido a ureia ser incompatível com agentes oxidantes. Neste berço, outro ponto de incompatibilidade química é a movimentação de MAP (Fosfato monoamônico) com fosfato mono ou dissódico, fosfatos de cálcio, hidrogênio-ortofosfato de diamo, os quais são incompatíveis com agentes oxidantes.

Há incompatibilidades nos berços 201, 202, 205, 206, 208, 209 e 211. Entre berços vizinhos ocorrem as seguintes incompatibilidades: 201x202, 202x204, 204x205, 205x206, 206x208, 208x209, 209x211 e 211x212. Os demais berços (214, 215, 216, 217 e 218) também foram avaliados, porém não foram identificadas incompatibilidades químicas nas substâncias movimentadas. Verifica-se que dentro do berço 201, são movimentados adubos ou fertilizantes com nitrogênio, os quais são incompatíveis com as substâncias orgânicas açúcar, cevada, malte e milho. Entre os berços 201 e 202 ocorre a incompatibilidade dos adubos ou fertilizantes com nitrogênio com o sal sulfato de amônio. Entre as substâncias movimentadas dentro do berço 204 não foi encontrada incompatibilidade, assim como em comparação com as substâncias movimentadas no seu berço vizinho, 202. No berço 202 ocorre a incompatibilidade entre a ureia e o cloreto de potássio.

Para o berço 205 foram identificados 35 pontos de incompatibilidades, devido à grande movimentação de fertilizantes incompatíveis com substâncias orgânicas como o açúcar, a cevada, o malte e o trigo. Dentre os fertilizantes incompatíveis, estão os adubos ou fertilizantes com nitrogênio, fertilizante mineral químico com nitrogênio, a ureia, o nitrato de amônio e suas misturas e o cloreto de potássio. Além destes, os fertilizantes também apresentam incompatibilidades entre si, como os nitrogenados e o cloreto de potássio com o nitrato de amônio. Sacos de polipropileno são movimentados neste berço e também apresentam incompatibilidade com agentes oxidantes como fertilizantes nitrogenados e nitrato de amônio. Comparando-se as substâncias movimentadas neste berço com o 204, verifica-se que os fertilizantes nitrogenados e o nitrato de amônio são incompatíveis com o sulfato de amônio, a cevada e a soja. Fazendo o mesmo comparativo com o berço 206, obtém-se pontos de incompatibilidade muito semelhantes devido a movimentação das mesmas substâncias, exceto pelo fosfato de cálcio, a cevada e o farelo de soja, incompatíveis com os fertilizantes nitrogenados, nitrato de amônio e o MAP.

O berço 206 movimenta fertilizantes nitrogenados e nitrato de amônio, os quais são incompatíveis com substâncias orgânicas como o farelo de soja, o malte e o trigo. Outros fertilizantes também apresentam incompatibilidade com os nitrogenados, como o cloreto de potássio e o fosfato de cálcio. Um comparativo deste berço com o 208 apresentou a incompatibilidade das substâncias já mencionadas com fertilizante nitrogenado, hidrogenos-ortofosfatos, sulfato de amônio e MAP.

O berço 208 apresenta o maior número de pontos incompatíveis dentro de um mesmo berço. Isto se deve à grande diversidade de fertilizantes incompatíveis movimentados no mesmo local. Fertilizantes nitrogenados, ureia, nitrato de amônio e suas misturas, cloreto de potássio, fosfatos de cálcio, hidrogenos-ortofosfatos, sulfato de amônio, nitrato de sódio potássico e MAP apresentaram incompatibilidades entre si e também com os compostos orgânicos movimentados tais como malte e trigo. Ao comparar as substâncias movimentadas com o berço 209, verificam-se as mesmas incompatibilidades, visto que as substâncias movimentadas são as mesmas.

Observando-se exclusivamente o berço 209, verifica-se incompatibilidade entre fertilizantes nitrogenados, ureia, cloreto de potássio, sulfato de amônio e o composto orgânico malte, conforme já abordado anteriormente em outros berços. Da mesma forma, faz-se análise para o berço 211 e seu comparativo com o berço 209. Não foram encontradas substâncias incompatíveis movimentadas dentro do berço 212.

4 DISCUSSÃO

Considerando a quantidade e a diversidade das incompatibilidades encontradas nos berços e entre berços contíguos, foi analisado o PEI – Plano de Emergência Individual (APPA; ACQUAPLAN, 2013) e verificou-se que os cenários acidentais presentes no plano, foram propostos com base em potenciais causas que se dariam por falhas operacionais, mecânicas ou falhas humanas nas operações, manutenções, manobras, operações com barcaças ou rebocadores, derramamento de óleo ou resíduos ao mar, colisão entre caminhões, ruptura do tanque de armazenagem ou linha de transferência sob o berço e mancha órfã. Não foi constatado, no PEI o cenário acidental devido à movimentação de substâncias incompatíveis. Nessa linha de detalhe de informações locais, o reconhecimento do potencial poluidor de cada substância química (inflamáveis, combustíveis, corrosivas, oxidantes ou dispersantes) manipulada entre os usos urbanos serviu de base para Zhou e Liu (2011) estabelecerem zonas de risco individuais diante de cada potencial ameaça encontrada no solo urbano, gerando um mapa de risco individual e posteriormente do conjunto das ameaças para serem aplicadas no planejamento do uso do solo para reduzir riscos e maximizar os benefícios destes usos. O mesmo sentido é dado por Keil e Young (2009) ao defenderem que a aleatoriedade no uso do solo reduz a qualidade do ambiente e aumenta o risco de acidentes em função da proximidade entre substâncias perigosas e pela incompatibilidade de certos usos.

Outro cenário acidental importante que não foi considerado no plano em questão (PEI) são as atividades de movimentação dos compostos orgânicos tais como cevada, soja, farelo de soja, trigo, milho, malte, farinhas e inorgânicos como o sal marinho. Se mal manuseados ou mal armazenados, podem gerar poeira através da redução do tamanho de seus grãos, gerando uma condição de perigo. Destaca-se que a maior quantidade de incompatibilidades foi observada nos berços 205, 206, 208 e 209, destinados para a movimentação de granéis sólidos, que possuem potencial para formação de atmosfera explosiva.

Essa condição pode chegar em uma concentração de poeira suficiente para queimar ou explodir se exposta a uma fonte de ignição. Sá (2007) comenta que o acúmulo de poeiras depositadas nos pisos, elevadores, túneis e transportadores pode se aquecer até o ponto de liberação de gases de combustão e com o auxílio de uma fonte de ignição com energia, dá início ao incêndio. Com estas condições, pelo menos dois acidentes foram registrados (nos anos de 1992 e 2001) durante as atividades de limpeza e da manutenção das esteiras de transporte, respectivamente, em armazéns de grãos nas imediações do Porto Dom Pedro II (TONETTI; SCHRÖDER; NUCCI, 2015). No porto de Paranaguá, nessa mesma linha de ocorrência, substâncias como açúcares, combustíveis, nitrogênio, metanol e soda cáustica, já propiciaram cenários de acidentes reais, ocorridos entre 1992 e 2018 (TONETTI; SCHRÖDER; NUCCI, 2015; GOUVÊA; TONETTI, 2017; AGÊNCIA DE NOTÍCIAS

DO PARANÁ, 2020; MARINHA DO BRASIL, 2020; PORTOS E NAVIOS, 2020; SUBSEA7 DO BRASIL, 2020), envolvendo explosão de armazém de cevada, armazém de grãos e correia de movimentação de cevada, respectivamente, o que justifica a necessidade de estudos de gestão de riscos mais apurada para a movimentação de substâncias orgânicas e inorgânicas nos berços de movimentação de granéis sólidos no cais comercial.

Conforme apontado por Torrisi, Paula e Wroblewsky (2017), na proximidade substâncias perigosas e incompatíveis entre si com áreas residenciais, surge uma população de risco. Nesse sentido, os resultados da presente pesquisa, sugerem que a área de efeito dos possíveis danos causados pela incompatibilidade de substâncias movimentadas no Porto Dom Pedro II podem interferir em locais que não pertencem ao porto, como áreas residenciais. Ressalta-se desta forma, que a proximidade entre os usos industrial/portuário e o residencial apresentam incompatibilidades na área urbana de Paranaguá (FREITAS; TONETTI, 2016). Este quadro, torna-se mais evidente se considerarmos a sinergia do risco da ocorrência desses acidentes, como apontado por Gouvêa e Tonetti (2017). Nesse contexto sugere-se a revisão dos usos de cada berço para que haja correta separação e movimentação de substâncias, evitando o contato das que são incompatíveis.

Pensando na ocorrência de acidentes anteriores e a presença da incompatibilidade de substâncias movimentadas no porto de Paranaguá, deve-se considerar a existência do aumento do risco de desastres tecnológicos como apontado por Suárez e Martínez (2009) e Armenakis e Nirupama (2013) e a necessidade do planejamento espacial dos usos urbanos associados com estratégias de gerenciamento de risco estabelecendo gradação de medidas para a redução dos prejuízos à população e a infraestrutura, onde, zonas de riscos podem ser estabelecidas em função do grau de exposição da população às fontes de risco (distância), densidade populacional e da infraestrutura urbana presente em determinado local.

Pesquisas relacionadas com acidentes tecnológicos aumentaram na última década, inclusive relacionadas com a percepção da necessidade de desenvolvimento de mecanismos de gestão e controle vinculadas ao tipo de risco (SUAREZ-PABA; MATHIS; MUÑOZ; CRUZ, 2019). Ainda, deve-se considerar no planejamento e gestão das áreas urbanas com risco de acidentes tecnológico, o agravamento diante de eventos naturais extremos (SUAREZ-PABA; CRUZ; MUÑOZ, 2020). Cruz e Okada (2008) destacam que eventos naturais que desencadeiam acidentes tecnológicos podem ter baixa frequência mas graves consequências em locais com alta densidade populacional vizinhas a indústrias, armazéns de substâncias químicas dentre outras atividades operacionais.

Ressalta-se que os governos locais devem possuir o conhecimento, recursos (econômicos, materiais e humanos) e saberes para lidar com esse tipo de acidente. A metodologia para avaliação

do risco deve incorporar a infraestrutura física (incluindo a distribuição das indústrias), a população e os ambientes naturais expostos e o sistema de gerenciamento de risco e emergência.

5 CONCLUSÃO

O Porto Dom Pedro II do município de Paranaguá no Paraná é um importante representante econômico na região e a quantidade de materiais transportados oferece empregos e serviços. Como qualquer empreendimento do ramo, há planos de gerenciamento das atividades e substâncias movimentadas. Esse estudo teórico buscou verificar a incompatibilidade das substâncias transportadas através da literatura.

Com a consolidação do total de pontos de incompatibilidade de substâncias movimentadas nos berços estudados, e também entre berços, entendeu-se que no processo de gerenciamento de riscos, não foi considerado o cenário de acidente causado devido a incompatibilidade química entre substâncias. Esse conjunto de informações de cenários acidentais atrelado aos pontos de incompatibilidades encontrados nesse estudo apresentaram números e informações preocupantes indicando-se que existe a necessidade de uma gestão de riscos mais efetiva na região portuária, com a finalidade de prevenir a exposição do risco não só frente à população local e meio ambiente, mas também frente aos demais usos industriais/portuários, evitando acidentes com vítimas feridas e fatais, danos materiais e ao meio ambiente.

Futuros estudos e atividades do local devem considerar as incompatibilidades das substâncias e verificar a infraestrutura, bem como as formas de transporte.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE NOTÍCIAS DO PARANÁ. **Porto de Paranaguá divulga nota oficial sobre acidentes com balsa ocorrido no sábado.** Acesso em: <http://www.aen.pr.gov.br/modules/debaser/visualizar.php?audiovideo=1&xfid=47994>. Acesso em: 25 mar 2020.

APPA – Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina. **LINE UP Corredor de exportação.** Disponível em: http://www.appaweb.appa.pr.gov.br/appaweb/pesquisa.aspx?WCI=reIEmitirLineUpCorex&Critério=PageSize=20&sqlFLG_STATUS=0. Acesso em: 25 mar 2020.

APPA - Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina; ACQUAPLAN. **Plano de Emergência Individual.** 6ed, 2013. Disponível em: http://www.portosdoparana.pr.gov.br/sites/portos/arquivos_restritos/files/documento/2019-07/peiappa6edicaorev0216072015.pdf. Acesso em: 25 mar 2020.

ARMENAKIS, C.; NIPURAMA, N. Estimating spatial disaster risk in urban environments. **Geomatics, Natural Hazards and Risk**, v. 4, n. 4, 289 – 298, 2013.

CUNICO, C (Org). **Zoneamento ecológico - econômico do Estado Do Paraná - Litoral**. Curitiba: ITCG, 2016.

CRUZ, A. M.; OKADA, N. Methodology for preliminary assessment of natech risk in urban areas. **Nat Hazards**, v.46, p.199 – 220, 2008.

FREITAS, K. R.; TONETTI, E. L. Usos portuários ou correlatos na área urbana do município de Paranaguá-PR. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v.4, n.24, p.43-56, 2016.

GOUVÊA, P.M.; TONETTI, E.L. Avaliação dos riscos de incêndio e explosão na área urbana de Paranaguá-PR. **Geografar**, v.12, n.2, p.233-250, 2017.

IPARDES - Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Caderno Estatístico do Município de Paranaguá-PR. 2020**. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/cadernos/Montapdf.php?Municipio=83200&btOk=ok>. Acesso em: 30 mar. 2020.

PORTOS DO PARANÁ. **Plano mestre do complexo portuário de Paranaguá e Antonina**, 2018. Disponível em: http://www.portosdoparana.pr.gov.br/sites/portos/arquivos_restritos/files/documento/2019-06/plano_mestre_dos_portos_de_paranagua_e_antonina.pdf. Acesso em: 25 mar 2020.

KEIL, R.; YOUNG, D. Fringe explosions: risk and vulnerability in Canada`s new in-between urban landscape. **The Canadian Geographer**, v.53, n.4, p.488-499, 2009.

MARINHA DO BRASIL. **Tribunal Marítimo Processo Número 27.878/13**. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/tm/sites/www.marinha.mil.br.tm/files/file/acordao_calendario/27.878-13C.pdf. Acesso em: 25 mar 2020.

O`NEIL, M.J. (ed). **The Merck Index: An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals**. 15 ed. Royal Society of Chemistry, 2013.

PARANAGUÁ. **Lei Complementar nº 060, de 23 de agosto de 2007. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado no Município de Paranaguá**. Disponível em: http://www.paranagua.pr.gov.br/plano_diretor/PAG_INICIAL_Plano%20Diretor%20Leis/LEIS%20ODO%20PLANO%20DIRETOR/PDF/LEI_COMPLEMENTAR_N060-PLANO_DIRETOR%20Compilado.pdf. Acesso em: 14 ago 2020.

PORTOS E NAVIOS. **Caminhão retirado do cais de Paranaguá**. Disponível em: <https://www.portosenavios.com.br/noticias/portos-e-logistica/caminhao-retirado-do-cais-de-paranagua>. Acesso em: 25 mar 2020.

SÁ, A. Efeito Devastador. **Revista Proteção**, n.181, p. 63, 2007.

SUÁREZ, A. C.; MARTÍNEZ, F. J. E. Caracterización espacial de la vulnerabilidad sociodemográfica en dos distritos madrilenos ante riesgos tecnológicos. **Cuadernos Geográficos**, v.45, n.2, p.137 – 152, 2009.

SUAREZ-PABA, M. C., CRUZ, A. M.; MUÑOZ, F. Emerging natech risk mangement in Colombia: a survey of governmental organizations. **Safety Science**, v.128, 104777, 2020.

SUAREZ-PABA, M. C., PERREUR, M., MUÑOZ, F. & CRUZ, A. M. Systematic literature review and qualitative meta-analysis of natech research in the four decades. **Safety Science** v.116, p.58 – 77, 2019.

SUBSEA7 DO BRASIL. **EIA - Estudo de Impacto Ambiental – Volume III**. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/EIA_RIMA/Volume_III_Reduzido.pdf. Acesso em: 25 mar 2020.

TONETTI, E. L.; NUCCI, J. C.; VALASKI, S. Espacialização de áreas potencialmente poluídas: proximidade de usos incompatíveis no município de Paranaguá-PR. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 04, n. 25, p.33-50, 2016.

TONETTI, E. L.; SCHRÖDER, P. H.; NUCCI, J.C. Risco de explosão: mistura de usos incompatíveis na área urbana de Paranaguá-PR. In: ROSIN, T. A.; ROSIN, T. A. (Orgs). **Riscos e vulnerabilidades ambientais**. Tupã: ANAP, 2015. p. 119 – 137.

TORRISI, D.; PAULA, E.V.; WROBLEWSKY, C.A. Avaliação de ameaças tecnológicas na cidade de Paranaguá/PR, Brasil. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v.41, p.174-190, 2017.

ZHOU, Y.; LIU, M. Risk assessment of major hazards ad its application in urban planning: a case study. **Society for Risk Analysis**, v.32, n.3, p.566 – 577. 2011.