

Na-techs no Litoral do Estado de São Paulo: Diagnóstico no Período 1940-2015

José Carlos de Moura Xavier, Wilson Cabral de Sousa Junior
ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica, Brasil

José Carlos de Moura Xavier
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Brasil

1. INTRODUÇÃO

O estudo de eventos envolvendo a perda de contenção de substâncias perigosas decorrente de evento natural é recente no Brasil [1-4]. A literatura científica aqui produzida ou produzida externamente versando sobre o Brasil não ultrapassa dez artigos nos últimos cinco anos.

Esses eventos são conhecidos na literatura científica por eventos na-tech, do inglês *natural and technological*. Publicações recentes [5,6] destacam a origem do termo no trabalho de Showalter e Myers [7,8], que o empregaram em pesquisa sobre a percepção das agências de gerenciamento de emergências dos 50 estados americanos (Estados Unidos da América) quanto à relação entre desastres naturais e emergências tecnológicas. Ao longo do texto, discutindo os resultados da pesquisa, as autoras empregaram o termo evento na-tech quando se referiam à ocorrência de evento natural (terremoto, furacão, inundação, tornado) e o efeito secundário da liberação para o ambiente de substância química perigosa, inclusive de origem nuclear, fazendo clara distinção entre evento natural, evento tecnológico e evento na-tech.

São características dos eventos na-tech: (i) a possibilidade de ocorrência de múltiplos vazamentos decorrentes de um único evento iniciador [9,10], (ii) a ocorrência simultânea do vazamento com o evento natural, por exemplo, uma inundação, (iii) restrições às ações de emergência decorrentes de danos às linhas de energia elétrica ou de água de combate a incêndio, dificuldade de acesso das equipes de emergência ou mesmo competição por estas em decorrência de (ii) [9].

Cozzani et al. [11] apontaram tanques atmosféricos e pressurizados como predominantemente envolvidos na perda de contenção, seguidos por tubulações. Entre as substâncias liberadas, predominam petróleo e seus derivados líquidos e gasosos.

O evento na-tech de 22.02.2013 em Cubatão, SP, ampliou o desejo de investigar esse tipo de ocorrência, tema da pesquisa de doutorado proposto pelo primeiro autor em 2012. O evento apresentou as características (i) e (ii) anteriormente mencionadas e decorreu de intensa precipitação [209mm (1,5h) ocorrida próxima das 16h e 272,2mm (24h)]. Foram três vazamentos: (a) cloro, armazenado em um cilindro de 900kg, arrastado do local de armazenamento devido à movimento de massa na Estação de Tratamento de Água (ETA) Pilões da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp); (b) resíduos de petróleo e derivados, do separador água-óleo (SAO) do Terminal de Cubatão da Petrobras Transporte S. A. (Transpetro), após ser atingido pelas águas do rio Cubatão, que transbordou; (c) resíduos de petróleo e derivados, do sistema de tratamento de águas residuárias (ETDI - Estação de Tratamento de Despejos Industriais e a Bacia de Acumulação de Efluentes) da Refinaria Presidente Bernardes (RPBC), da Petrobras, após ser atingido pelas águas do rio Cubatão, que transbordou [13, 16]. Mais detalhes no quadro 3, evento CUB 08.

Este trabalho apresenta o diagnóstico da ocorrência de na-techs no litoral do estado de São Paulo no período de 1940-2015, sendo parte da pesquisa de doutorado anteriormente citada.

2. OBJETIVO DO TRABALHO

Apresentar o método adotado para o diagnóstico da ocorrência de na-techs no litoral do estado de São Paulo no período de 1940-2015 e resultados.

3. DESCRIÇÃO DO TRABALHO REALIZADO

Como método da pesquisa, adotou-se a leitura presencial de jornais regionais do litoral paulista e a leitura das páginas eletrônicas de jornais de abrangência estadual/nacional. Foi complementada pelos bancos de dados da Defesa Civil Nacional, Defesa Civil Estadual, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - Cetesb e Organização Mundial da Saúde. Detalha-se o método a seguir.

Realizou-se busca presencial e página a página de evidência de ocorrência de evento na-tech no jornal A Tribuna, de Santos, entre abril de 2015 e julho de 2017. O período de investigação foi 1940-2015 (76 anos). Os meses e os anos verificados encontram-se no quadro 1, destacados em amarelo.

Realizou-se busca similar na pasta de recortes de notícias sobre inundações e enchentes da Hemeroteca Roldão Mendes Rosa, ligada à Prefeitura Municipal de Santos, entre abril e maio de 2015 e em março de 2016. A Hemeroteca assina e recebe periódicos. Após serem disponibilizados para consulta pública, os periódicos têm suas notícias separadas e dispostas em pastas temáticas. Esse procedimento teve início em 1992 e se mantém até o presente. Aqui, o período de investigação foi 1991-2015 (25 anos) e encontra-se em marrom no quadro 1. As notícias estavam em vários dos jornais presentes no quadro 2.

Sobreposições entre as investigações no jornal e na hemeroteca encontram-se em laranja no quadro 1.

Quadro 1 – Meses investigados no jornal A Tribuna (in loco) e na Hemeroteca de Santos (jornais regionais do litoral paulista e jornais de circulação estadual/nacional)

(continua)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1940												
1941												
1942												
1943												
1944												
1945												
1946												
1947												
1948												
1949												
1950												
1951												
1952												
1953												
1954												
1955												
1956												
1957												
1958												
1959												
1960												
1961												
1962												
1963												
1964												
1965												

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1966												
1967												
1968												
1969												
1970												
1971												
1972												
1973												
1974												
1975												
1976												
1977												
1978												
1979												
1980												
1981												
1982												
1983												
1984												
1985												
1986												
1987												
1988												
1989												
1990												
1991												
1992												
1993												
1994												
1995												
1996												
1997												
1998												
1999												
2000												
2001												
2002												
2003												
2004												
2005												
2006												
2007												
2008												
2009												
2010												
2011												
2012												
2013												
2014												
2015												

Legenda: A Tribuna (amarelo); Hemeroteca (marrom); A Tribuna + Hemeroteca (laranja)

Realizou-se busca presencial no arquivo do jornal Folha de São Paulo [12] em 28 de maio de 2015. Havia recortes digitalizados para o período 1966-1996 (31 anos). Utilizou-se as palavras-chave inundação, enchente e forte chuva. Posteriormente, acessou-se o banco de dados eletrônico do Jornal, no período 1940-2015, com a

combinação nome do município + inundação (por exemplo: Cubatão + inundação). Recuperou-se notícias de vários jornais presentes no quadro 2.

Quadro 2 – Fontes de informação de na-techs

Código	Fonte (Jornais)	Código	Fonte (Jornais)
1	A Tribuna	10	Manchete
2	Expresso Popular	11	Cidade de Santos
3	Diário do Litoral	12	Metro Santos
4	O Estado de S. Paulo	13	Jornal local
5	Jornal da Tarde	14	Folha da Tarde
6	Diário Oficial de Santos	15	O Globo
7	Diário Popular	16	Diário de São Paulo
8	D. O. Urgente (mesmo que 6)	17	Gazeta Mercantil
9	Folha de São Paulo		
18	Folha da Noite, provém da palavra chave forte chuva		
19	Folha da Manhã, provém da palavra chave inundação + Cubatão; 19* provém da palavra chave forte chuva		
20	O Estado de S. Paulo, eletrônico		
21	Folha de São Paulo, eletrônico, provém da palavra chave forte chuva; 21* provém da busca combinada de inundação+nome do município (ex. inundação Santos)		

Realizou-se busca no banco de dados eletrônico do jornal O Estado de S. Paulo [13], no período 1940-2015, com a combinação nome do município + inundação (por exemplo: Cubatão + inundação).

Realizou-se busca no banco de dados eletrônico SIEQ [14] e na biblioteca da CETESB. Os registros estão disponíveis a partir de 1978 e referem-se a ocorrências em que houve a participação da CETESB. A busca eletrônica utilizou a combinação do nome do município + causa, entre elas, natural e extravasamento. Dado que a recuperação ofereceu poucos detalhes, fez-se consulta pessoal ao Setor de Atendimento a Emergências da CETESB para os casos em que o resultado sugeria um evento na-tech.

Realizou-se busca no banco de dados EM-DAT [15], disponível na página eletrônica do Centro para Pesquisa em Epidemiologia de Desastres (ou Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED), que separa os registros por eventos dos tipos natural e tecnológico. A partir da palavra-chave Brasil, recuperou-se dados para os dois tipos de eventos.

Acessou-se os bancos de dados da Defesa Civil Nacional [16] e da Defesa Civil do estado de São Paulo [17]. As chaves de pesquisa foram: período (1940-2015), município (Cubatão), documentos (todos) e desastres (todos).

A partir da ordenação cronológica dos na-techs no período de interesse (1940-2015), determinou-se sua taxa de ocorrência acumulada no tempo e normalizada pelo número de empresas (TN_i). O raciocínio para a normalização deriva da definição do na-tech, qual seja, este só ocorre na presença de pelo menos uma empresa, de onde haverá a perda de contenção da substância perigosa. Para determinar TN_i , dividiu-se o período em intervalos de cinco anos, exceto o primeiro, de seis anos, verificou-se os números de na-techs e de empresas em cada intervalo e calculou-se a taxa a partir da equação 1.

$$TN_i = \left(\sum_{i=1}^n \frac{N_i}{E_i} \right) \left(\sum_{i=1}^n P_i \right)^{-1} \quad (1)$$

onde(i) intervalo de interesse, (N_i) número de na-techs no intervalo i, (E_i) número de empresas no intervalo i e (P_i) número de anos em cada intervalo i.

4. RESULTADOS OBTIDOS

Identificou-se cerca de 500 notícias que mencionavam fortes chuvas, algumas associadas a inundações e escorregamentos. Em outras, havia menção a fortes ventos. Essas notícias provêm predominantemente do jornal A Tribuna, secundadas pelos jornais do grupo Folha (de São Paulo, da Manhã, da Tarde, da Noite). Algumas notícias estavam em mais de um periódico. Também se observou alguma sobreposição entre os bancos de dados, principalmente o da CETESB, e os periódicos.

Do levantamento, identificou-se quinze na-techs, evidenciados pela menção na notícia à perda de contenção de um reservatório que armazenava uma substância perigosa decorrente de um evento natural. O quadro 3 e a figura 1 apresentam, por município, os na-techs. Há também doze notícias que sugerem na-techs, todos em Cubatão.

Quadro 3 – Na-techs identificados

(continua)

Código	Data	Município	Localização		Empresa
			UTM-N	UTM-E	
CUB 01	25.01.1985	Cubatão	7361270	356682	Ultrafértil
Rompimento de duto de três polegadas que transportava amônia entre as unidades Jardim São Marcos e Fafer da Ultrafértil, atuais Vale Fertilizantes unidade 2 e Vale Fertilizantes unidade 1, respectivamente. Vazamento de 15t em aproximadamente três horas devido à movimentação do solo decorrente das últimas chuvas. Ocorreu às 23h45min, na altura do km 60 da rodovia Piaçaguera-Guarujá, no denominado Setor 8.					
CUB 02	09.03.1988	Cubatão	7361270	356682	COPEBRAS/Union Carbide
Pequenos vazamentos em duto de gás residual (<i>tailgas</i>) que liga a COPEBRAS à Union Carbide, na altura do km 60 da rodovia Piaçaguera-Guarujá, no denominado Setor 8. A detecção ocorreu durante procedimento de teste do duto, executado anteriormente à sua operação. O vazamento ocorreu na madrugada de 09 de março e deveu-se à movimentação do solo.					
CUB 03	05.02.1989	Cubatão	7361270	356682	Ultrafértil
Rompimento do duto de três polegadas que transportava amônia entre as unidades Jardim São Marcos e Fafer da Ultrafértil, atuais Vale Fertilizantes unidade 2 e Vale Fertilizantes unidade 1, decorrente de movimentação de solo. Ocorreu na altura do km 60 da rodovia Piaçaguera-Guarujá, no denominado Setor 8.					
CUB 04	16.01.1992	Cubatão	7359213	354505	Petrobras/RPBC
O rio Cubatão subiu 1m e transbordou na Água Fria, na Vila Elizabeth e no Jardim Costa e Silva. O transbordamento atingiu a estação de tratamento de efluentes (ou o separador água óleo) da RPBC e a estação de tratamento de água ETA3 da Sabesp, com conseqüente interrupção do fornecimento para a Baixada. As águas contaminadas atingiram residências da Vila Elizabeth. O rio Casqueiro também transbordou. A região da RPBC foi a mais afetada. Nos últimos três dias, choveu na região 342mm, com pico de chuva em Cubatão às 16h quando o índice de precipitação atingiu 147,4mm (1h). Foram 1000 desabrigados, principalmente em Vila Parisi e no Morro Mazargão. Em Santos, fortes chuvas na madrugada de 16. Das 6h às 14h de 17, choveu 324,5mm. Não houve incidente grave. Bertiooga ficou isolada. Em Ilha Bela, houve uma morte.					
CUB 05	08.02.1998	Cubatão	7359213	354505	Petrobras/RPBC
Forte chuva do final da tarde de domingo, 08, provocou o transbordamento de águas oleosas da Estação de Tratamento de Despejos Industriais da RPBC, as quais atingiram o rio Cubatão. O volume vazado não foi informado ou estimado. Segundo a Cetesb, (i) o vazamento impregnou de óleo cerca de 5km da margem direita do rio Cubatão; (ii) o vazamento decorreu da operação de apenas duas das cinco bombas que controlam a chegada de óleo na estação de tratamento; (iii) avaliação preliminar indica dano grave ao ambiente. Segundo a Petrobras, o vazamento não teve ligação com as bombas. Deveu-se à ruptura da tampa de uma caixa de passagem da tubulação que leva óleo para a estação de tratamento.					

(continuação)

Código	Data	Município	Localização		Empresa
			UTM-N	UTM-E	
CUB 06	11.01.1999	Cubatão	7361874	358913	Solorrco
<p>Forte temporal associado à abertura das comportas da represa Billings inundou parte do polo industrial de Cubatão. A manobra da EMAE — que administra a Usina Hidrelétrica Henry Borden — contribuiu para a inundação parcial da Solorrco e o alagamento dos principais acessos ao polo. As águas da represa, depois de abertas as comportas, desceram da serra pelo Córrego do Tenente e por rios intermitentes, que engrossaram o volume do rio Piaçaguera. A inundação também se deveu ao enchimento do Rio Piaçaguera e à pequena tubulação de passagem desse rio por baixo da rodovia Cônego Domênico Rangoni. Nota do diretor da Solorrco, Odilon Moratelli: às 17h de ontem [11 de janeiro] a Solorrco tinha a sua área industrial ameaçada pelas águas, com perdas de material. Em Bertioga, das nove horas da manhã de 10 de janeiro até as 11h de 11 de janeiro o índice pluviométrico acumulado foi de 112,8mm. Somente em 11 de janeiro, no período de duas horas, choveu 68,4mm.</p>					
CUB 07	15.01.2011	Cubatão	7359213	354505	Petrobras/RPBC
<p>Forte chuva levou ao transbordamento da lagoa de retenção de resíduos da estação de tratamento de efluentes líquidos da RPBC. A vazão do rio Cubatão estava muito elevada devido à liberação de água da Usina Henry Borden.</p>					
CUB 08	22.02.2013	Cubatão	7359213	354505	Petrobras/RPBC
			7356622	347438	Sabesp/ETA Pilões
			7357676	352436	Transpetro/Terminal de Cubatão
<p>Em decorrência da fortíssima chuva, houve (i) inundação de áreas da RPBC, entre elas o sistema de tratamento de águas residuárias (ETDI - Estação de Tratamento de Despejos Industriais e a Bacia de Acumulação de Efluentes), carreando material oleoso para o Rio Cubatão; (ii) corrida de lama e escorregamento da Serra do Mar junto à ETA Pilões da Sabesp. Entre as consequências, houve o arraste de cinco cilindros de armazenamento de cloro com capacidade individual de 900kg. Os cilindros foram posteriormente recuperados nos corpos d'água da região. Um deles estava com a válvula rompida e perdeu seu conteúdo. Houve reclamações de odor por parte da comunidade Vila dos Pescadores; e (iii) inundação do Terminal da Transpetro. Como consequência, inundação do SAO, casa de bombas, <i>sump tank</i> e ruptura dos diques dos tanques TQ 14011 e TQ 14023. Verificou-se o acúmulo de lama no SAO, <i>sump tank</i> e Pátio de Resíduos, com lançamento de tambores desse pátio para a rua externa (Rua Pescada) e acúmulo de detritos contaminados com borra oleosa. Em Cubatão, no Centro, às 00h:27min, 225,2mm (24h) ou 209,6mm desde as 16h (dados da Rede Telemétrica Cubatão do Sistema de Alertas a Inundações de São Paulo). Em 23 de fevereiro, o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) indicou 100,8mm no Portão 40 e 93,4mm na Cota 400 durante as últimas 24h. Acumulado em 84h, às 18h:30min, é de 104,6mm (portão 40) e 109,2mm (cota 400). Em 23 de fevereiro, pela primeira vez informou-se a destruição da estação Pilões. Informação de Wilson Bassotti Filho, gerente do Departamento e Tratamento de Águas e Esgoto da Sabesp, responsável pela região de Bertioga a Peruíbe. Não houve menção aos cilindros. Em 25 de fevereiro, informou-se 500 desabrigados e 4000 desalojados. Breve nota e uma foto sobre a ETA Pilões. Nenhuma menção aos cilindros. Em 26 de fevereiro, aventou-se a hipótese de abertura das comportas da represa Billings, em estado de emergência. A EMAE negou, dizendo que para que isso acontecesse, haveria informação prévia à Prefeitura, empresas do polo, Defesa Civil e órgãos ambientais. Em 27 de fevereiro, há notícia sobre a ETA, com duas fotos mostrando a destruição. Nenhuma menção aos cilindros. Em 01 de março, há notícia superficial sobre a inundação das instalações industriais. Na notícia principal, fala-se em assoreamento de rios que cortam o polo e que as águas do trecho assoreado do Rio Cubatão, em Pilões, inundaram a região de tanques de armazenamento do Terminal da BR Distribuidora (Petrobras) e alguns pontos da RPBC. Queda de barreira causou danos na Produquímica, próxima à Carbocloro. Em Santos, segundo a Prefeitura, 95,4mm entre 16h:30min e 18h. Acumulado de 155mm desde 16h de 22 de março até 19h de 23. Ao fim de uma semana de notícias, não houve menção aos cilindros de cloro. Também não há menção sobre os efeitos na RPBC ou no Terminal da Transpetro.</p>					
CUB 09	17.03.2013	Cubatão	7359213	354505	Petrobras/RPBC
<p>Em decorrência da forte chuva, houve inundação de áreas da RPBC, entre elas a Bacia de Acumulação de Efluentes (Bacia P - 3929), carreando borra oleosa para o canal 1 que deságua no rio Cubatão. Medição na cota 400, alto da Serra, indicou 189,2mm (24h) e 203,6mm (84h). No posto do centro da cidade, o COMDEC informou 103mm (24h) e 109,2mm (84h).</p>					

(conclusão)

Código	Data	Município	Localização		Empresa
			UTM-N	UTM-E	
SSB 10	18.03.1974	S. Sebast.	7375331	461814	Transpetro/TA/SSE
Fortes ventos e correnteza levaram ao rompimento das amarras dos navios Takamiya Maru, do Japão, e Conoco Canadá, de bandeira liberiana, por volta de 11h. Ambos bateram contra rochedos próximos ao porto de São Sebastião onde aguardavam para conexão com os píeres da Petrobras. O Conoco, depois de bater em um rochedo, ficou à deriva e encalhou em um banco de areia, próximo à Ilha Bela. O Takamiya teve o casco rompido e, segundo o jornal Folha de São Paulo, derramou cerca de 15t de óleo no mar. Já o jornal A Tribuna informa 15 mil toneladas e em Poffo [18] consta o vazamento de 6 mil toneladas.					
SSB 11	14.01.2010	S. Sebast.	7368370	458685	Transpetro/TA/SSE
Forte chuva provocou o transbordamento de tanque pulmão das caixas de drenagem dos filtros auxiliares do oleoduto OSVAT, presente na gleba D do Terminal Aquaviário de São Sebastião (TA/SSE). Pequena quantidade de resíduo oleoso atingiu o córrego do Outeiro. Não se constataram sinais de óleo nas suas margens, nem espécies animais contaminadas.					
PGD 12	13.04.2007	Pr. Grande	7343599	353177	Centro Automotivo Veraneio
Devido à forte chuva, houve inundação dos três tanques do posto de combustível Centro Automotivo Veraneio (cadastro CETESB nº 558-516-5). O posto estava desativado e os tanques estavam com as bocas abertas, retiradas por vandalismo. O produto vazado é óleo diesel e escoou para as galerias pluviais.					
SAN 13	10.10.1991	Santos	7353785	365022	Granel Química
Raio causa incêndio em dois tanques da Granel Química, na Ilha de Barnabé, Santos, ontem, pouco após 6h:30min. Em declaração, a Granel informou que dois tanques de 1400m ³ foram atingidos. O tanque 51 foi destruído e o 61 parcialmente destruído. O raio atingiu o tanque 51, com acrilonitrila. Seguiu-se uma explosão, movimento do teto do tanque que atingiu e rompeu uma válvula de uma polegada da linha do tanque 57, que continha hexano. O jato de hexano atingiu externamente o tanque 61. O tanque 51 continha 500t de acrilonitrila. Dessas, 140t queimaram e as demais foram transferidas.					
SSB 14	19.08.1976	S. Sebast.	7366873	460582	Transpetro/ TA/SSE
Próximo de 7h:40min, ventos de até 110km/h romperam as amarras do petroleiro Energy Transmission, de bandeira liberiana, ancorado no píer sul do Terminal de São Sebastião da Petrobras. Como consequência, houve o rompimento de três dos cinco braços de descarga e vazamento de petróleo para o Canal de São Sebastião.					
CUB 15	01.02.1983	Cubatão	7361874	358913	Solorrico
Devido à forte chuva (98,2mm entre 3h e 15h), o volume da água do rio Piaçaguera retido sob o pontilhão da rodovia Piaçaguera-Guarujá provocou a inundação das suas duas pistas, entre a Copebrás e a estrada Plínio de Queiroz. Em decorrência, a Solorrico paralisou as atividades de produção de fertilizantes devido ao transbordamento do rio Piaçaguera. Os prejuízos chegaram a milhares de cruzeiros e a diretoria da empresa prometeu mover uma ação de perdas contra o DER. As chuvas caíram com mais intensidade a partir da 4h. Às 5h, as águas chegaram a meio metro na área industrial e administrativa, inundando os setores de estocagem de matéria-prima e de produção, obrigando-a a paralisar a produção de fertilizantes. Toneladas de uréia e de sulfato foram perdidas. As caixas de água potável foram contaminadas. A água também ilhou a Gespa e a Copebrás, sem parar a produção das mesmas. As águas chegaram a 1,5m na Rua 12, Vila Parisi, junto a Adubos Trevo. Em Vila Parisi, 183 pessoas foram retiradas das suas casas. Em Vila Socó, uma rocha destruiu dois barracos. O índice pluviométrico acumulado nos últimos três dias é de 336,2mm.					

Dos quinze na-techs, quatorze afetaram apenas uma empresa, sendo que oito decorreram de inundações, três de movimento de massa após intensa precipitação, dois de intenso vento e um decorreu de raio. O na-tech CUB 08 atingiu três empresas, com movimento de massa (Sabesp ETA Pilões) e inundação (Petrobras/RPBC e Transpetro). O na-tech SAN 13 afetou dois tanques, sendo que o primeiro foi atingido pelo raio e o segundo por efeito dominó decorrente de explosão e movimento do teto do primeiro tanque.

Dez na-techs ocorreram em Cubatão. Em todos, há precedência de precipitação intensa, sucedida por inundação e/ou movimento de massa. A figura 2 mostra a distribuição dos na-techs em Cubatão. Essa incidência maior é compatível com o número maior de empresas no município se comparado com o de São Sebastião

(Petrobras/TA/SSE), mas não com Santos, onde há número igual ou maior de empresas que movimentam substâncias perigosas. Em Santos, as empresas se localizam na área portuária, junto às margens do Canal do Porto e na Ilha de Barnabé. Ainda assim, a pesquisa não identificou relatos de na-techs associados à precipitação e elevação da maré, ou mesmo movimento de massa.

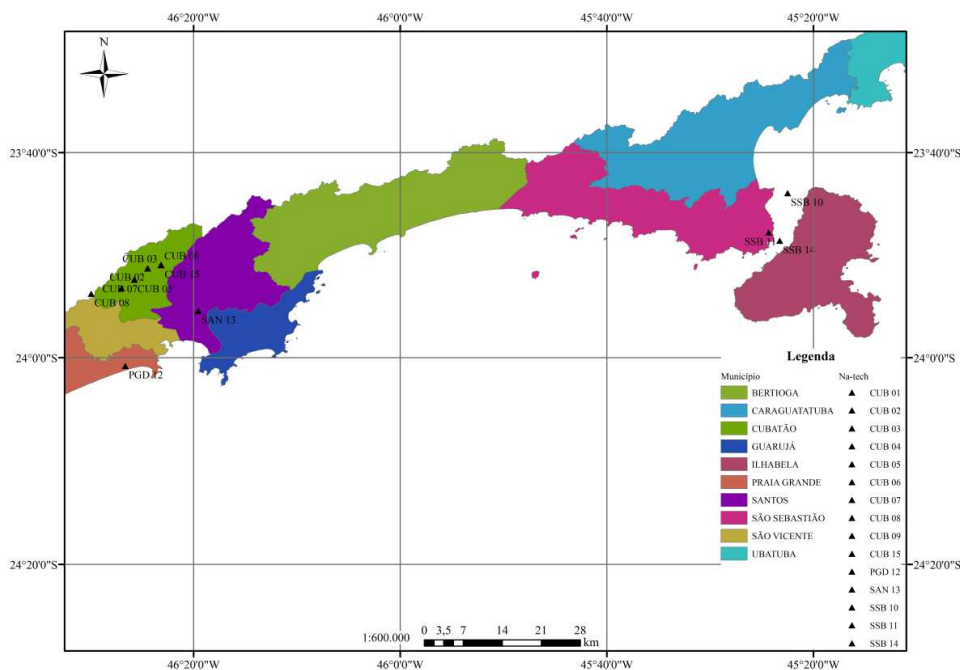


Figura 1 – Localização dos na-techs no litoral do estado de São Paulo

A predominância de na-techs (10 em 15) aliada à quantidade e à diversidade de empresas, bem como às características geográficas e de ocupação humana, permite expressar a tendência de ocorrência de na-techs em Cubatão no período de interesse por meio de um índice quantitativo (uma taxa). Detalha-se o índice a seguir.

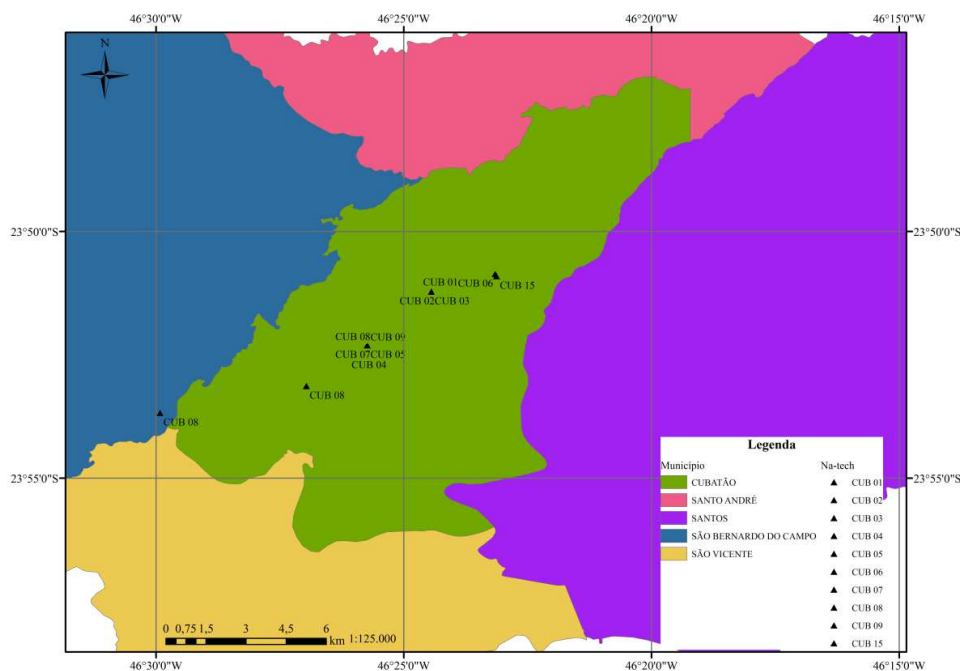


Figura 2 – Localização dos na-techs em Cubatão

Até 1955, eram quatro ou cinco empresas em Cubatão. Com o início das atividades da Petrobras/RPBC nesse ano, outras se instalaram, predominantemente nas décadas de 60 e 70. Em 1980, eram 28 empresas, entre elas duas estações de tratamento de água da Sabesp (ETA 3 e ETA Pilões) e o terminal marítimo da Ultrafertil. Embora localizadas em municípios limítrofes a Cubatão, a ETA Pilões e o Terminal da Ultrafertil possuem características similares às demais empresas, como a manipulação de substâncias perigosas, e, por isso, foram incorporadas à estimativa da taxa de ocorrência de na-techs no município.

Várias empresas mudaram de nome, em geral após fusões ou incorporações. A figura 3 apresenta a localização dessas empresas, independentemente da denominação. O objetivo é privilegiar o local em que ocorreu um na-tech.

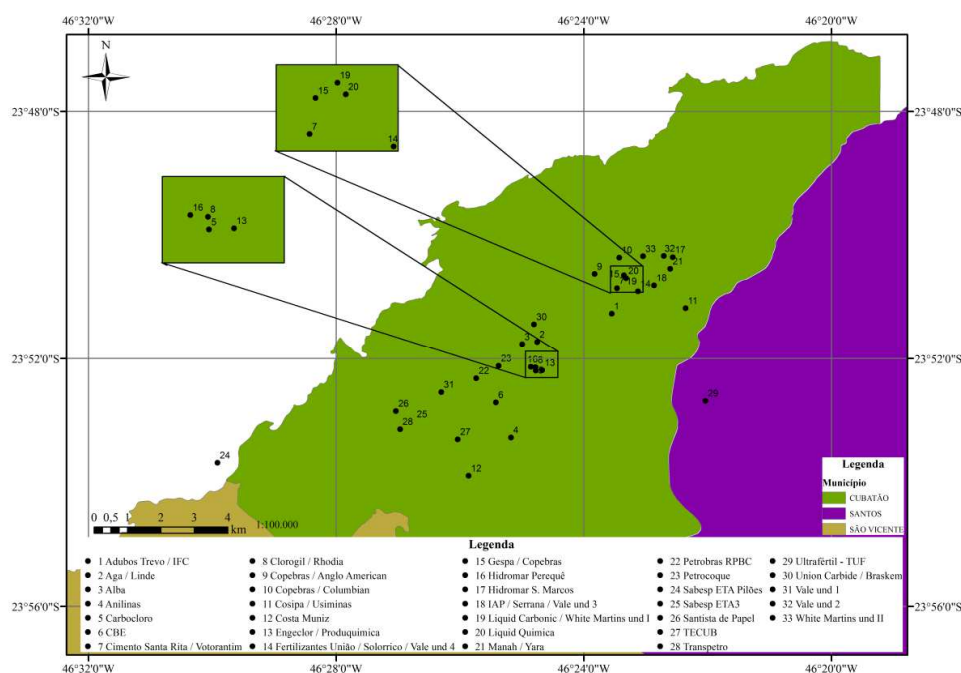


Figura 3 – Localização das empresas em Cubatão

A tabela 1 apresenta a estimativa de TN_i . A taxa é crescente e reflete o registro de na-techs a partir do período 1981-1985. A partir de então, observa-se de zero a três ocorrências por período, com tendência temporal mostrada na figura 4. A leitura do valor pontual da taxa, por exemplo $4,97E-03$ ocorrência/empresa x ano, significa o número de na-techs normalizado pelo número de empresas presentes em cada período e contabilizado ao longo de todo o período de interesse.

Sob o aspecto metodológico da sua estimativa, TN_i pode ser comparada às apresentadas em [19] e [20], que abordam ocorrências na Europa de vazamentos em dutos de gás natural e de petróleo e derivados, respectivamente. Seus valores pontuais são utilizados na análise quantitativa de risco de dutos como frequências das hipóteses acidentais que, em geral, referem-se à perda de contenção dos dutos.

Então, de forma similar aos dutos, pode-se formular hipótese afeita à perda de contenção de equipamento decorrente de evento natural e atribuir à mesma a taxa acumulada como estimativa da frequência de ocorrência da hipótese.

Tabela 1 – Taxa de ocorrência de na-techs acumulada no tempo e normalizada pelo número de empresas (TN_i)

P_i	E_i	N_i	Evento no período (ocorrência/ empresa x ano)	TN_i (ocorrência/ empresa x ano)
1940-1945	4	0	0	0
1946-1950	4	0	0	0
1951-1955	5	0	0	0
1956-1960	11	0	0	0
1961-1965	12	0	0	0
1966-1970	15	0	0	0
1971-1975	21	0	0	0
1976-1980	28	0	0	0
1981-1985	27	2	1,48E-02	1,61E-03
1986-1990	27	2	1,48E-02	2,90E-03
1991-1995	27	1	7,41E-03	3,31E-03
1996-2000	26	2	1,54E-02	4,30E-03
2001-2005	26	0	0,00E+00	3,97E-03
2006-2010	25	0	0,00E+00	3,69E-03
2011-2015	25	3	2,40E-02	4,97E-03

Legenda: (i) intervalo de interesse, (N_i) número de na-techs no intervalo i, (E_i) número de empresas no intervalo i e (P_i) número de anos em cada intervalo i

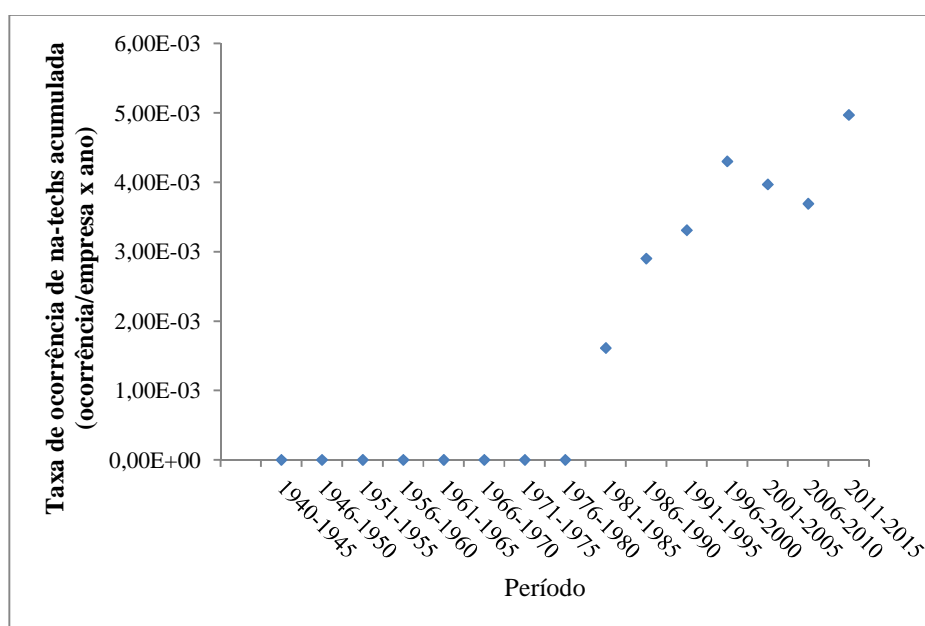


Figura 4 – Tendência da taxa acumulada de ocorrência de na-techs em Cubatão

5. COMENTÁRIOS FINAIS

Identificou-se sete dos 15 eventos na-tech nos registros do banco de dados da CETESB [14]. Outros sete na leitura presencial do jornal A Tribuna e um na página eletrônica do jornal Folha de São Paulo [12]. Apenas três tiveram registros concomitantes em duas fontes.

A despeito da ausência de um banco de dados específico para eventos na-tech, os existentes, como os da

CETESB [14], da Defesa Civil Nacional [16] e da Defesa Civil do estado de São Paulo [17] não têm chaves de pesquisa de associação imediata com esse tipo de evento. No caso do banco de dados da CETESB, a identificação ocorreu a partir de buscas com palavras chave como extravasamento, tanque ou transporte por duto, distintas do esperado para um evento motivado por causa natural. A chave “natural” foi recentemente introduzida e permitiu recuperar três registros, nenhum deles relativo a na-tech.

Bancos de dados específicos, como o gerenciado pelo Joint Research Centre (JRC) [21], centro de pesquisa da União Europeia, permitem a busca dirigida desses eventos. O contraponto é a necessidade de alimentá-lo com registros pretéritos, para efeito de análise estatística. Alternativamente, pode-se aperfeiçoar os bancos existentes [4], inserindo chaves de pesquisa que levem diretamente aos eventos na-tech. Da mesma forma que para um banco específico, deve-se rever os registros existentes, de forma a qualificá-los a partir da nova chave de pesquisa.

O registro sistemático desses eventos possibilita ampliar a análise da ocorrência dos mesmos em escalas temporal e espacial, considerando fatores como intensidade e frequência de ocorrência, essenciais para uma Avaliação Quantitativa de Risco (AQR) [3].

Como consequência, espera-se aperfeiçoar a estimativa quantitativa da frequência de ocorrência desses eventos e, conseqüentemente, a estimativa do risco imposto por empreendimentos que manipulam substâncias perigosas instalados em áreas propensas à ocorrência de eventos na-tech, discretizando a contribuição desses eventos no risco imposto pelos empreendimentos ao homem, além de elucidar possíveis danos ao ambiente e que não são comumente considerados em uma AQR.

A busca por essa exatidão pode contribuir para o aperfeiçoamento da gestão de risco envolvendo substâncias químicas perigosas, notadamente no planejamento da ocupação solo por parte de empresas e da população residente, atribuição dos municípios brasileiros [3].

6. REFERÊNCIAS

- [1] NASCIMENTO, K. R. da S.; PEREIRA, H. R. de F.; ALENCAR, M. H. “Riscos Natech: Uma Análise da Literatura”. *XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Fortaleza, Brasil. (2015).
- [2] NASCIMENTO, K. R. da S.; ALENCAR, M. H. “Management of Risks in Natural Disasters: A Systematic Review of the Literature on NATECH Events”. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, vol.44, p.347. (2016).
- [3] XAVIER, J. C. de M.; SOUSA JUNIOR, W. C. “Estudo de Caso de Evento Na-tech em Cubatão, SP, 2013: Certezas e Incertezas”. *Congresso ABRISCO 2015 PSAM*. ABRISCO (Associação Brasileira de Análise de Risco, Segurança de Processo e Confiabilidade) e IAPSAM (International Association for Probabilistic Safety Assessment and Management), Rio de Janeiro, Brasil.(2015).
- [4] XAVIER, J. C. de M.; SOUSA JUNIOR, W. C. “Recognising Na-tech Events in Brazil: Moving Forward”. *Natural Hazards (Dordrecht)*, vol.82, p. 493.(2016).
- [5] SENGUL, H et al. “Analysis of Hazardous Material Releases Due to Natural Hazards in the United States”. *Disasters*, vol.36, issue 4, p.723. (2012).
- [6] SALZANO, E. et al. “Public Awareness Promoting New or Emerging Risks: Industrial Accidents Triggered by Natural Hazards (NaTech)”. *Journal of Risk Research*, vol.16, issues3-4, p.469. (2013).

- [7] SHOWALTER, P.S.; MYERS, M.F. “Natural Disasters as the Cause of Technological Emergencies: a Review of the Decade 1980-1989”. Working paper 78. *Natural Hazards Research and Applications Information Center*. Institute of Behavioral Science. University of Colorado. (1992).
- [8] SHOWALTER, P.S.; MYERS, M.F. “Natural Disasters in the United States as Release Agents of Oil, Chemicals, or Radiological Materials Between 1980-1989: Analysis and Recommendations”. *Risk Analysis*, vol.14, issue 2, p.169. (1994).
- [9] KRAUSMANN, E. et al. “Industrial Accidents Triggered by Natural Hazards: an Emerging Risk Issue”. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol.11, p.921. (2011).
- [10] PETROVA, E.G. “Natural Factors of Technological Accidents: the Case of Russia”. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol.11, p.2227. (2011).
- [11] COZZANI, V. et al. “Industrial Accidents Triggered by Flood Events: Analysis of Past Accidents”. *Journal of Hazardous Materials*, vol.175, p.501. (2010).
- [12] FOLHA DE SÃO PAULO, jornal, acervo. (2017). Disponível em: <<http://acervo.folha.uol.com.br/>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- [13] O ESTADO DE S. PAULO, jornal, acervo. (2017). Disponível em: <<http://acervo.estadao.com.br/>>. Acesso em 15 jul. 2017.
- [14] CETESB. *Sistema de Informações sobre Emergências Químicas*. 2017. Disponível em: <<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>>. Acesso em: 15 jul. 2017.
- [15] GUHA-SAPIR, D. “EM-DAT: The Emergency Events Database”. Université Catholique de Louvain (UCL) - CRED, Brussels. (2017). Disponível em: <<http://www.emdat.be/>>. Acesso em: 04 jul. 2017.
- [16] BRASIL. Ministério da Integração Nacional. *Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2iD*. (2017). Disponível em: <<https://s2id-search.labtrans.ufsc.br/>>. Acesso em: 07 set. 2017.
- [17] SÃO PAULO. Governo do Estado de São Paulo. “Sistema Integrado de Defesa Civil – SIDEC”. (2017). Disponível em: <<http://www.sidec.sp.gov.br/producao/>>. Acesso em: 07 set. 2017.
- [18] POFFO, I. R. F. “Vazamentos de óleo no Litoral Norte do estado de São Paulo: análise histórica (1974 a 1999)”. Dissertação de Mestrado, USP, São Paulo. (2000). 175 p.
- [19] EGIG. “Gas Pipeline Incidents: 9th report of the European Gas Pipeline Incident Data Group (period 1970 – 2013)”. Groningen.(2015). 61 p. (Doc. Number EGIG 14.R.0403; February 2015). Disponível em: <<https://www.egig.eu/uploads/bestanden/ba6dfd62-4044-4a4d-933c-07bf56b82383>>. Acesso em: 24 jul. 2017.
- [20] CONCAWE. “CONCAWE Report nº 7/17: Performance of European Cross-Country Oil Pipelines. Statistical Summary of Reported Incidents in 2015 and since 1971”. Brussels.(2017). Disponível em: <https://www.concawe.eu/wp-content/uploads/2017/07/Rpt_17-7.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2017.
- [21] EUROPEAN COMMISSION. “Natech Accident Data base”. Joint Research Centre, Institute for the Protection and Security of the Citizen, Italy. (2011). Disponível em: <<http://enatech.jrc.ec.europa.eu>>. Acesso em: 07 set. 2017.