

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA

HIGOR DA SILVA KNOBLAUCH

AVALIAÇÃO DE RISCOS APLICADA À ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA
PORTUÁRIA - PORTO DE ITAJAÍ-SC

Joinville
2017

HIGOR DA SILVA KNOBLAUCH

AVALIAÇÃO DE RISCOS APLICADA À ENGENHARIA DE INFRAESTRUTURA
PORTUÁRIA - PORTO DE ITAJAÍ-SC

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil de Infraestrutura, da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Tecnológico de Joinville, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel.

Orientadora: Prof.^a Msc. Helena Paula Nierwinski.

Joinville

2017

RESUMO

No final do século XX, uma metodologia foi implantada pelas organizações, cujo intuito era auxiliar e melhorar a gestão sobre os riscos. Essa técnica visa a classificação das ameaças de acordo com as suas características, identificando a probabilidade de ocorrência e as consequências geradas. Com base no conhecimento sobre o evento responsável, estudam-se respostas, estratégias e posturas a fim de reduzir a probabilidade de ocorrência a valores aceitáveis ou mesmo a sua anulação.

A partir do contexto de uma obra de engenharia, realizou-se o presente trabalho, empregando-se o modelo de gestão de risco ao porto de Itajaí-SC. Foi realizado um levantamento de campo, com enfoque em uma área específica da instalação portuária, cais. A partir dessa definição, foram criados um roteiro de avaliação de desempenho, um *checklist* dos cenários de ameaça e um mapa de risco. São exemplos de riscos identificados no levantamento: (I) ocorrência de chuvas intensas na região do rio Itajaí-Açú ocasionando o arrasamento estrutural do cais; (II) adensamento do pavimento intertravado devido às elevadas taxas de carregamento; (III) má disposição dos contêineres levando em conta o esforço ocasionado pelo vento; Dentre as medidas, pode-se citar: (I) monitoramento através do uso de estações pluviométricas, possibilitando a distribuição gráfica das chuvas ao longo do tempo e acompanhamento topográfico da disposição para controle de movimento estrutural; (II) melhor organização dos contêineres com a distribuição realizada conforme o carregamento que o pátio consegue suportar; (III) programa de conscientização aos responsáveis, divulgando o risco que o vento possui sobre as mesmas.

Palavras-chave: Riscos. Probabilidade. Consequência. Gestão de risco. Porto de Itajaí

ABSTRACT

At the end of the 20th century, a methodology was implemented by the organizations, the purpose was to help and improve risk management systems. This technique was made to classify threats according to their characteristics, identifying the probability of occurrence and the consequences that it can generate. Based on what we know about the responsible event, responses, strategies and postures were studied in order to reduce the probability of occurrence of those threats to acceptable values, or even to its annulment.

From the point of view of an engineering, the present work was done, using a risk management model at the port of Itajaí-SC. It was conducted a field survey focusing on a specific area of the port, called wharf. From this survey, a performance evaluation plan, a checklist of the threat scenarios and a risk map were created. Some examples of the risks identified in the survey are: (I) the occurrence of heavy rains at the Itajaí-Açu river region, causing the structural collapse of the wharf; (II) densification of the interlocked pavement due to high loading rates; (III) unsatisfactory containers dispositions on the docks, taking into account the effort caused by the wind; Among the measures methods used, we can mention: (I) the monitoring through the use of rainfall stations, making possible the creation of a graphical interface showing the distribution of the rains over time and being possible to monitor a topographic of the disposition of the rains for structural movement control; (II) better organization of the containers with the distribution carried out according to the load that the yard can support; (III) an awareness program for those responsible for the port, talking about the risks that the wind can generate in the docks.

Keywords: Risks. Probability. Consequence. Risk management. Port of Itajaí.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Secilio Knoblauch e Márcia Maria da Silva Knoblauch, por tudo que fizeram e fazem por mim, pelo apoio incondicional na minha escolha acadêmica e pelas oportunidades que me concederam, mostrando que eu não estava sozinho nessa caminhada.

À minha orientadora Professora Helena Paula Nierwinski, pelo suporte que me deu, pela confiança depositada nos meus objetivos, pelas suas correções, incentivos e ensinamentos, e principalmente, por não ter desistido do ativo (trabalho) quando as probabilidades eram elevadas e as consequências gravíssimas, concedendo a oportunidade de expandir meus conhecimentos, que possibilitaram que eu realizasse este trabalho mesmo em meio ao risco extremo.

À minha família que esteve ao meu lado durante toda a minha vida, tendo como influência direta sobre o que sou, o que penso e o que anseio. Um agradecimento especial ao meu tio Aguinaldo da Silva, pessoa essa que me ajudou muito em uma etapa da vida pela qual eu precisava passar, muito obrigado pelo apoio.

À minha namorada Haira Gabriela Hackbarth, que é muito especial para mim, obrigado pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz e felicidade na correria deste semestre.

Aos engenheiros Henrique Chen e Gustavo Trufa e ao pessoal da APM Terminals por terem fornecido todo subsídio necessário para realização do trabalho.

Aos meus colegas e amigos de graduação, que ao longo desses cinco anos, de

alguma forma influenciaram no meu crescimento pessoal e profissional, com destaque para Allan Thiesen, Bárbara Sansonio, Carlos Eduardo Pscheidt, Gustavo Araldi e Marcos Albuquerque de Lacerda. Além dos meus companheiros Tarek Nasser Sati, Gustavo Balestrieri de Barros e Andrei Luís Marmilicz Rigodanzo, por morarem comigo e me acolherem na república THT, tornando-se a minha segunda família.

Aos momentos inesquecíveis, compartilhados com o pessoal do Capim Canela F.R. e a Família Triplo X, agregando muita vivência e histórias, fazendo com que esses 5 anos de faculdade se multiplicassem em experiências.

À secretaria da Universidade Federal de Santa Catarina, Luciana Reginato Dias, por realizar seu trabalho com tanto amor e dedicação e por estar sempre disponível a ajudar e a resolver os problemas relacionados a faculdade.

A todos que, direta ou indiretamente, participaram da minha formação.

*“O maior risco da vida é não
fazer nada.”*

M. Medeiro

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de análise da gestão de risco	20
Figura 2 – Molhe sul de Itajaí.....	34
Figura 3 – Cais do porto de Itajaí	36
Figura 4 – Estrutura de armazenagem do porto de Itajaí (pátio) e equipamento de movimentação interna (portêiner)	39
Figura 5 – Principais processos devido a ação das ondas na região costeira	41
Figura 6 – Nível médio de maré (NMM) e suas oscilações	42
Figura 7 – Transporte de sedimentos por correntes em um rio	43
Figura 8 – Acidente com o descarregador de minério no porto de Sepetiba.....	48
Figura 9 – Acidente com defesa marítima.....	49
Figura 10 – Acidente com estilhaço	49
Figura 11 – Georreferenciamento do porto em relação ao país	52
Figura 12 – Georreferenciamento do porto em relação ao estado	52
Figura 13 – Georreferenciamento do porto em relação a cidade	53
Figura 14 – Delimitação da área de estudo	54
Figura 15 – Guindaste <i>Mobile Harbor Crane</i> (1); Portêiner pós-Panamax (2)	55
Figura 16 – Empilhadeira <i>Reach Stacker</i> (3); <i>Forklift Truck</i> (4); caminhão TT (5)..	56
Figura 17 – Obras de abrigo (mapa).....	57
Figura 18 – Obras de abrigo (vista aérea)	57
Figura 19 – Processo de análise da gestão de risco	59
Figura 20 – Movimento de carga mar-terra (6); Movimento de carga terra-mar (7)	62
Figura 21 – Acúmulo de água no berço 1 (8); Estado do trilho utilizado para translação dos portêineres (9).....	63
Figura 22 – Degradação na junta de dilatação e desgaste no pavimento de concreto (10); Reparo na valeta de escoamento (11)	64
Figura 23 – Reforma preventiva do berço 1 (12) (13).....	64

Figura 24 – Rachadura na tampa de concreto (14); Adensamento do pavimento intertravado (15).....	65
Figura 25 – Fratura da tampa metálica (16); Reforma do quadro em concreto (17).....	65
Figura 26 – Fissura transversal pavimento intertravado (18); Fissura transversal pavimento rígido de concreto (19)	66
Figura 27 – Choque mecânico na estrutura dos reefers (20); Corrosão na estrutura metálica dos reefers (21).....	66
Figura 28 – Distribuição irregular dos contêineres quanto a carga resultante do vento	67
Figura 29 – Adensamento do pavimento intertravado devido a carga dos contêineres	67
Figura 30 – Mapa de risco hipotético.....	73
Figura 31 – Desastre no porto de Itajaí em 2008	80
Figura 32 – Reforma do berço 2.....	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Cenários de risco de acidente.....	27
Quadro 2 – Cenários de risco econômico.....	28
Quadro 3 – Cenários de risco ambiental.....	28
Quadro 4 – Cenários de risco de imagem.....	29
Quadro 5 – Cenários de risco natural.....	30
Quadro 6 – Cenários de risco involuntário.....	30
Quadro 7 – Cenários de risco intencional.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Equação do risco.....	24
Tabela 2 – Matriz genérica de probabilidade x consequência.....	25
Tabela 3 – <i>Checklist</i> das ameaças prováveis e classificação de acordo com a consequência	60
Tabela 4 – <i>Checklist</i> completo com as ameaças prováveis e a classificação de acordo com a consequência.....	68
Tabela 5 – Série das precipitações máximas diárias registradas em Blumenau	75
Tabela 6 – Precipitações máximas e períodos de retornos para Blumenau.....	76
Tabela 7 – Escala para definir a probabilidade	76
Tabela 8 – Escala para definir a consequência.	77
Tabela 9 – Evolução da movimentação de cargas em toneladas no complexo portuário de Itajaí.....	78
Tabela 10 – Matriz completa de risco (consequências x probabilidade)	79
Tabela 11 – Escala para definir a aceitabilidade	79
Tabela 12 – Fluxograma das contramedidas	82

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBJETIVOS	16
1.1.1. <i>Objetivo Geral</i>	16
1.1.2. <i>Objetivos Específicos</i>	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. AVALIAÇÃO DE RISCO	17
2.1.1. <i>Definição sobre o termo</i>	18
2.1.2. <i>Processo de análise</i>	19
2.1.3. <i>Método de análise quantitativo x qualitativo</i>	21
2.1.4. <i>Probabilidade x consequência</i>	24
2.1.5. <i>Classificação de acordo com a consequência</i>	27
2.1.6. <i>Classificação de acordo com a origem</i>	29
2.2. ESTRUTURAS E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS	31
2.2.1. <i>Estruturas de abrigo marítimo</i>	33
2.2.2. <i>Estruturas de acostagem marítima</i>	34
2.2.3. <i>Estruturas de armazenagem e equipamentos de movimentação interna</i>	37
2.3. HIDRODINÂMICA E SEDIMENTOLOGIA	39
2.3.1. <i>Hidrodinâmica</i>	40
2.3.2. <i>Sedimentologia</i>	43
2.3.3. <i>Erosão em rios</i>	44
2.4. OCORRÊNCIA DE RISCOS NA INFRAESTRUTURA PORTUÁRIA	46
3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO JUNTO AO CAIS PORTUÁRIO DE ITAJAÍ	51
3.1. DESCRIÇÃO DO LOCAL	51
3.2. DESCRIÇÃO DO PROCESSO	58
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	61
4.1. LEVANTAMENTO DAS AMEAÇAS	61
4.2. AVALIAÇÃO DO RISCO	74
4.2.1. <i>Definição da matriz de risco</i>	74

4.2.2. <i>Estudo de contramedidas</i>	79
5. CONCLUSÕES	83
REFERÊNCIAS	85

1. INTRODUÇÃO

A implantação do modelo de gestão de riscos teve início no ano de 1963, sendo os Estados Unidos seu precursor e, fundamentando-se na publicação do livro *Risk Management in the Business Enterprise*, dos norte-americanos Robert Mehr e Bob Hedges. Esse sistema, considerado inovador na época, é aplicado até os dias atuais, pois traz benefícios tanto na qualidade, como na produtividade das organizações (NAVARRO, 2015). O fato do gerenciamento de riscos se anteceder aos riscos efetivos permite que esses sejam minimizados ou cessados, mediante a sua identificação e análise, adoção de planos de ação e monitoramento e controle (SALLES JÚNIOR *et al.*, 2010).

A publicação da obra anteriormente referida por Navarro (2015), permitiu às instituições, que necessitavam reduzir as perdas e minimizar os efeitos das mesmas, uma melhor compreensão do método de gerenciamento de riscos. Ao longo do tempo entenderam que, assumir a existência de perdas nos processos industriais era uma situação perfeitamente normal. Tomando essa atitude, as organizações conseguiram reproduzir um cenário mais realístico e, a partir do qual, criar técnicas de análise e de inspeção, para reduzir a probabilidade de ocorrência dos danos e os efeitos dos mesmos, limitando-os a valores aceitáveis ou dentro do perfil estipulado.

Por indicação de profissionais da área de avaliação de risco utilizou-se como base a norma internacional australiana e neozelandesa AS/NZS 4360:2004, a qual dita que para que a administração desses danos seja bem sucedida, ela necessita: assegurar a comunicação efetiva entre os responsáveis; manter o equilíbrio entre o custo em evitar perigos ou elevar oportunidades e os benefícios que isso trará; responsabilidade nas decisões tomadas, com o intuito de identificar e estar preparado ao que possa acontecer; pensamentos progressivos para que a organização funcione proativamente e, momentos de reflexão, tendo em vista, a seleção de condutas que melhorem a eficácia e a eficiência do desempenho da organização.

Segundo o Gerenciamento de Riscos (AS/NZS 4360:2004), aprender como gerenciar o risco possibilita que a instituição identifique e analise com maior alcance os problemas e, assim, forneça um caminho sistemático para tomar decisões inteligentes. Por consequência, os benefícios decorrentes desse método são: poucas surpresas; exploração de oportunidades; melhores planejamentos, performance e eficácia; economia e eficiência; comunicação efetiva entre as partes interessadas (*stakeholder*); informações mais precisas para tomadas de decisão; conservação da reputação; proteção dos direitos; responsabilidade, garantia e governança; bem-estar pessoal.

De acordo com o Pompermayer *et al* (2014), o transporte aquaviário moderno depende cada vez mais de instalações de transbordo sofisticadas, que envolvem custos elevados referentes a portos e terminais. Esse elevado custo faz salientar a necessidade da aplicação de um gerenciamento de ameaças nas instalações portuárias, já que nesse setor a consequência econômica é significativa. A partir desta necessidade, estabeleceram-se diretrizes para um estudo empregado ao porto de Itajaí-SC, tendo em vista que, de acordo com dados da ANTAQ (2013), este porto é responsável por 12% do volume de contêineres transacionados no Brasil, valor considerável no âmbito nacional sobre movimentação de capital.

A norma nacional ABNT NBR ISO 20858:2011 prescreve que a avaliação de segurança na organização portuária deve incluir todas as áreas. Porém, para um panorama mais completo e detalhado o presente trabalho tem como propósito adotar a avaliação de riscos relacionados a infraestrutura do porto de Itajaí, com um enfoque voltado ao cais, arrendado a empresa APM Terminals. A escolha pelo estudo desta área justifica-se pelo fato da mesma ser um campo chave da instalação e possuir um histórico de problemas recorrentes. Existem inúmeras diretrizes de análise que poderiam ser adotadas neste caso, entretanto, neste trabalho busca-se abordar a análise de risco vinculada ao estado dos ativos, podendo-se citar: estruturas de armazenagem, equipamentos de movimentação e obras de abrigo.

Estruturalmente, a primeira etapa do trabalho tem o intuito de identificar os prováveis riscos dos ativos presentes no porto, para tanto, um *checklist* será produzido de acordo com as três diretrizes: estruturas, equipamentos e obras. O segundo estágio consiste no acompanhamento das atividades portuárias durante os meses de agosto a outubro de 2017. Nesse período foram coletados os dados para o preenchimento restante do *checklist* elaborado. Para o terceiro momento um

mapeamento das prováveis ameaças foi produzido com a intenção de distingui-las por zonas.

Na quarta etapa são confeccionados dois quadros e uma matriz para a classificação em escala. Dos quadros, um será destinado a categorizar o nível de probabilidade do evento ocorrer e o outro a categorizar o grau das consequências geradas. Após essa identificação, os níveis encontrados serão utilizados para classificar o risco através da matriz. Por último, os índices verificados serão analisados. Assim, possibilitando a listagem de possíveis respostas, estratégias e posturas a serem tomadas de forma a reduzir ou eliminar tais danos. Os critérios adotados para o uso da escala tiveram seus fundamentos na normativa internacional AS/NZS 4360:2004 e na norma nacional ABNT NBR ISO 31000:2009.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo Geral

Demonstrar a influência da gestão de risco da infraestrutura presente na instalação portuária através do estudo de campo realizado no porto de Itajaí, bem como avaliar, classificar e criar alternativas aos possíveis danos presentes.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar os aspectos importantes ao gerenciamento de riscos na engenharia de infraestrutura portuária;
- Identificar os ativos presentes na instalação portuária;
- Produzir um *checklist* para possíveis ameaças;
- Elaborar um cenário com as ameaças listadas;
- Reproduzir um mapa de risco à segurança;
- Utilizar o fundamento nas normas para estabelecer os critérios base;
- Confeccionar o quadro de probabilidade e o de consequência e identifica-los;
- Montar a matriz de risco e classifica-lo;
- Propor soluções que auxiliem na redução ou eliminação das ameaças.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Avaliação de risco

Para Vieira (2003) a gestão de um projeto está diretamente relacionada com o gerenciamento de seus riscos, isto porque para a realização do primeiro se faz necessário o uso de técnicas de prevenção de riscos. O autor também recomenda que a identificação dos riscos constitua a fase inicial de um dado projeto, permitindo desta forma a caracterização da viabilidade do mesmo, assim como o controle das variáveis que norteiam o ambiente de processo. Dudova (2004) classifica a análise de riscos como o centro dos negócios, o qual não pode ser considerado como fator prejudicial, mas sim como uma oportunidade a ser explorada pelos gerentes. A consciência dos riscos promove uma gestão de maior competitividade, buscando alternativas para redução de perdas e maximização de oportunidades (LUNKES, 2010).

Estudos de Couillard (1995) demonstram que projetos de alto risco possuem maior probabilidade de êxito em detrimento aos de baixo, isto porque, seu gerenciamento é conduzido de forma mais cautelosa. A não mitigação dos riscos é levantada por este autor como uma das principais causas de fracasso. Royer (2000) acrescenta que a chance de sucesso de uma instituição está intimamente ligada a importância dada aos riscos identificados. O não conhecimento dos possíveis riscos associados a uma operação tornam uma empresa vulnerável as situações adversas, considerando o fato de que um risco desconhecido não pode ser administrado.

Em um quadro de dúvidas, segundo Dantas (2011), as ameaças e as oportunidades têm a capacidade de produzir danos ou aumentar os benefícios. Os resultados negativos são provenientes da ausência ou da má gestão sobre as incertezas e os riscos que o envolve. Consequências essas que podem gerar danos consideráveis e perdas em grandes proporções. Os resultados positivos são atingidos após um efetivo gerenciamento, pois ao aperfeiçoar as oportunidades e estabelecer melhores estratégias de crescimento tem-se como produto a maximização dos resultados e a geração de valor.

2.1.1. Definição sobre o termo

A palavra risco é originada do latim *risicu* ou *riscu*, que significa ousar, originado de uma reflexão embasada em algo negativo ou que pode dar errado. Entretanto, atualmente, este preconceito foi reestruturado com a introdução dos índices qualitativos e quantitativos dos riscos e, os possíveis benefícios ou prejuízos de planejamento, tanto em âmbito de carreira, quanto individual (ABRAHAM, 2012).

O termo risco pode ser definido também como elemento incerto às possibilidade, aquilo que possui influência direta sobre os propósitos, as finalidades e os meios táticos (indivíduos, sistema, informação e comunicabilidade), interferindo sobre o meio e o alterando, podendo essas alterações serem tanto maléficas como benéficas. Baraldi (2010) dita que a definição sobre resultado em ser positivo ou negativo depende de um bom gerenciamento sobre os riscos.

O conceito sobre o risco é caracterizado como qualquer influência nas atividades que envolvem a vida pessoal, a profissional ou nas organizações, e pode compreender os prejuízos, assim como, as oportunidades. No meio financeiro, a ligação entre o risco e o retorno demonstra que quanto mais elevado é o nível de aceitabilidade sobre o risco, maior a probabilidade de retorno sobre o investimento. Esta ligação se aplica tanto às finanças como para os negócios conforme o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC – 2007).

A norma internacional AS/NZS 4360:20046 define risco como a oportunidade de acontecimento de alguma coisa que causará impacto nos objetivos, podendo ele ser negativo ou positivo. Para essa norma, o risco é geralmente especificado em termos de um evento e/ou circunstâncias e suas consequências, e é mensurado pela combinação das consequências de um evento e da sua probabilidade de ocorrência.

A norma nacional ABNT NBR ISO 31000:2009 classifica o risco como o “efeito da incerteza nos objetivos”. De acordo com ela, o risco é geralmente caracterizado pela referência aos potenciais eventos e às suas consequências ou à combinação dos mesmos, e é em muitas vezes expresso em termos de uma combinação de consequências de um evento e da probabilidade de ocorrência associada.

Muitos termos e concepções são encontrados na literatura para a definição do risco. No entanto, este presente trabalho segue a adoção estabelecida pela norma ISO/IEC Guide 73:2002, cuja definição designa o termo risco como: “a combinação da probabilidade de um evento ocorrer e suas consequências”. A atividade ainda adota

como enfoque as consequências negativas, assim, toda vez que houver referência ao termo risco, o trabalho estará enunciando a probabilidade de concretização e consequência de um evento nocivo a organização.

2.1.2. Processo de análise

Apresentada a necessidade de melhor aferição e controle, no ano de 1963, surgiu nos Estados Unidos o método *Risk Management* (gerenciamento de risco). De acordo com Navarro (2015), esse método é um conjunto de técnicas de abordagem, com vistas à análise qualitativa e quantitativa dos eventos, através das quais buscase identificar, avaliar e tratar os riscos que sejam emergenciais e/ou latentes, capazes de provocar perdas financeiras, pessoais, patrimoniais e de responsabilidades civis.

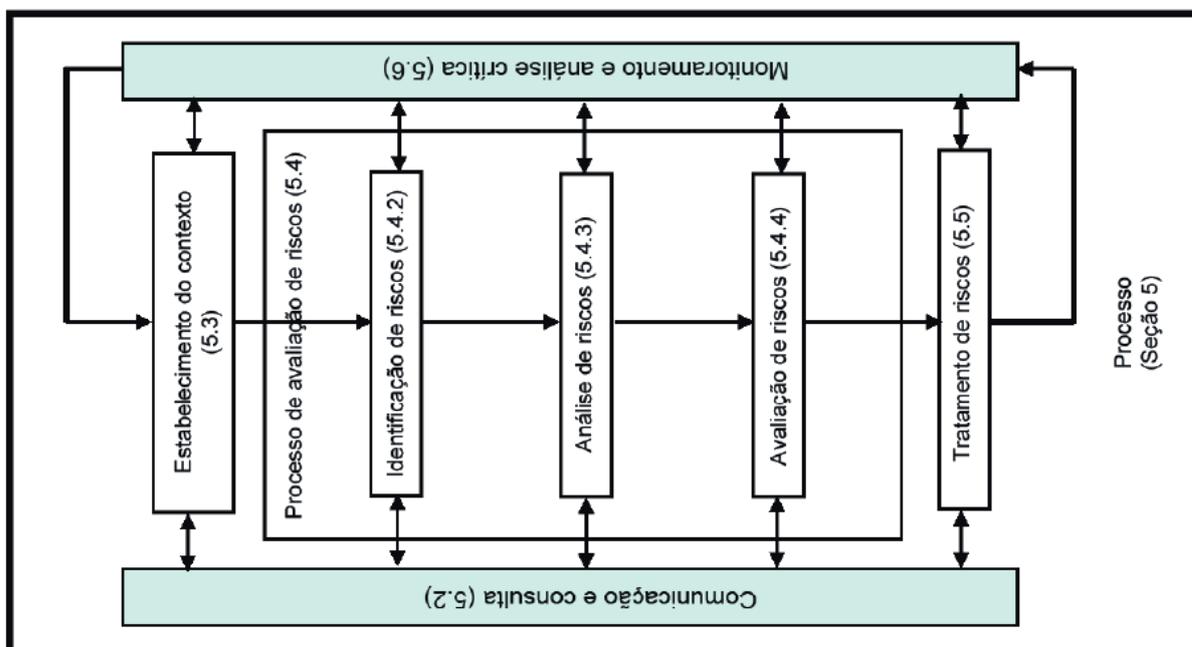
Segundo a norma nacional ABNT NBR ISO 20858:2011 o conjunto técnico de avaliação da segurança, de forma resumida, segue 3 passos essenciais. O primeiro ocorre pela análise das condições atuais através de um roteiro de avaliação de desempenho. Em seguida, realiza-se a produção de uma lista realística dos cenários de ameaça à segurança que poderiam afetar adversamente a instalação. Por último, esses incidentes potenciais de segurança são estudados, e então mapeados. O mapa de risco à segurança resultante indica quais são de gravidade tamanha que necessitem de contramedidas eficazes, físicas e/ou humanas, aplicando de forma crescente as providências, até que o risco identificado seja reduzido a um nível aceitável.

De acordo com o guia do *Project Management Institute* (PMI) (2013), as técnicas empregadas no gerenciamento de riscos são divididas em 6 etapas: (1) planejamento da gerência; (2) identificação; (3) análise qualitativa; (4) análise quantitativa; (5) planejamento das respostas e (6) monitoramento e controle dos riscos. Essa divisão tem como objetivo gerar maior agilidade e qualidade no planejamento, menor impacto na gestão da mudança e tornar melhor a precisão e a eficácia na mensuração de resultados.

Pela normativa NBR ISO 31000:2009 os processos de gestão de risco segmentam-se em 7 estágios, são eles: (5.3) determinação do contexto; (5.4.2) reconhecimento dos perigos; (5.4.3) estudo das ameaças; (5.4.4) avaliação dos riscos; (5.5) tratamento dos danos; (5.2) comunicabilidade e conferência; (5.6) acompanhamento e exame crítico. Para as etapas VI e a VII elas são distribuídas em

paralelo com as anteriores, como pode-se visualizar no fluxograma, presente na Figura 1.

Figura 1: Processo de análise da gestão de risco.



Fonte: NBR ISO 31000 (2009).

Já para Namazian e Eslami (2011) existem seis processos que são consideráveis a um gerenciamento eficaz de riscos nas organizações, são eles:

1º- Identificar a ameaça: a ameaça é uma situação existente ou possível que pode ocasionar problemas envolvendo os ativos pertencentes a uma organização. Por exemplo traumas, patologias e mortes envolvendo funcionários, ou estragos físicos, danos e perdas em relação aos equipamentos ou às estruturas. A prática, o critério e a metodologia adequada ajudam na identificação das ameaças;

2º- Classificar a ameaça: é feita através de um estudo específico sobre o evento com o uso de métodos quantitativos e qualitativos. Nessa etapa é definido a probabilidade e a consequência de uma potencial ameaça com relação ao ser humano e aos bens pertencentes ao patrimônio;

3º- Analisar as contramedidas: ocorre através de um estudo detalhado, levando em conta os três elementos do risco: probabilidade de ocorrência, gravidade da ameaça, e a exposição da ameaça com os seres vivos e com os bens pertencentes a uma organização. Essa etapa visa a redução ou eliminação dos elementos

pertencentes ao risco, tendo em consideração os gastos e os benefícios das contramedidas tomadas;

4°- Tomar decisões de contramedidas: com base na listagem do item 3°, escolher a resposta mais adequada à situação, levando em conta o custo-benefício;

5°- Implementar as contramedidas: a gestão tem como função desenvolver um plano que contemple as contramedidas selecionadas e na sequência, fornecer as condições adequadas para que o plano seja colocado em prática;

6°- Monitorar e Fiscalizar: a partir do momento que os riscos resolvidos ou amenizados, inicia-se o processo de monitoramento e fiscalização periódica. Gestores e organização devem cumprir suas respectivas funções, mantendo a comunicação entre os mesmos. Todas essas ações tem como objetivo manter a segurança do conjunto ao longo do tempo. Importante ressaltar que o procedimento de gerenciamento de risco permanece durante o ciclo de vida do sistema inteiro.

Essas técnicas, quando empregadas corretamente transformam-se em elementos de antecipação ou de previsão às prováveis perdas. O processo de avaliação das ameaças ou o conjunto de métodos empregados no gerenciamento de riscos possibilita o surgimento antecipado de meios para análise, identificação e levantamento de medidas preventivas. Tornando menor a influência das ameaças sobre os ativos presentes no porto. Como resultado, reduzindo as severidades ou gravidades, através da eliminação parcial ou total dos riscos ou do controle dos eventos e de suas consequências.

2.1.3. Método de análise quantitativo x qualitativo

Como adotado neste trabalho, o risco é medido com base na probabilidade e nas suas consequências. Portanto, surge uma necessidade de estudos preventivos e de respostas. Com relação ao estudo, dois aspectos são cruciais para que a gestão seja eficaz, são eles: método de classificação e critério de escolha. O primeiro está ligado diretamente a como o gestor irá proceder na classificação do evento. Já o segundo serve como escala base para a categorização dos riscos

Para a escolha da metodologia, Dantas (2011) destaca dois procedimentos básicos: (I) método quantitativo e (II) método qualitativo. O método quantitativo, geralmente é utilizado para três casos, quando há o conhecimento das variáveis; quando são realizados através de dados confiáveis; quando a sua análise é feita tendo

como base valores absolutos. Já o método de análise baseado nas características e descrições – qualitativo, ocorre em casos opostos, quando não há o conhecimento dos dados; quando os mesmos são obtidos de forma inconsistente; quando a sua análise é feita tendo como base valores referenciais.

(I) Método quantitativo: é uma ferramenta de análise de risco. Utilizada em eventos em que a probabilidade é capaz de ser calculada através de recursos numéricos e a consequência pode ser medida com base na perda econômica. Resumidamente, esse processo tem como objetivo se basear em fenômenos envolvendo a valoração numérica e o gasto monetário. Para a probabilidade, o risco é estabelecido fundamentando-se na frequência de ocorrência do evento e nas suas variáveis (média, desvio padrão, coeficiente de variação). Enquanto a consequência é determinada pelos gastos capitais envolvidos, geralmente calculado pelo custo na reposição ou reforma do ativo e no prejuízo que isso representa.

Dantas (2011) reproduz cita as principais vantagens e desvantagens do método quantitativo, tal qual listado a seguir:

(a) Vantagens

- Os riscos são priorizados de acordo com o impacto financeiro. Os ativos são priorizados de acordo com os valores financeiros;
- Os resultados facilitam o gerenciamento dos riscos graças ao retorno do investimento com segurança;
- Os resultados podem ser expressos usando-se uma terminologia de gerenciamento (por exemplo, valores monetários e probabilidade expressa como uma porcentagem específica);
- A precisão tende a aumentar com o passar do tempo, à medida que a organização coleta registros históricos dos dados e ganha experiência.

(b) Desvantagens

- Para atingir resultados confiáveis e um consenso, o processo é demorado;
- Os cálculos podem ser complexos e demorados;
- Os resultados são apresentados em termos monetários e podem ser difíceis de ser interpretados por pessoas sem conhecimento técnico;
- O processo exige experiência e conhecimento, portanto pode ser difícil explicá-lo aos participantes.

(II) Método qualitativo: é um instrumento de identificação de risco. Indicado para exercícios que necessitem mais a descrição do que os valores numéricos no momento de classificação (HB 436: 2004). Nesse instrumento, empregam-se descrições e vocábulos para a caracterização da ameaça. O processo depende diretamente da subjetividade e do conhecimento dos indivíduos que conduzem a análise. Assim, a diferença nesse método encontra-se na capacidade, na prática e na habilidade dos responsáveis envolvidos na gestão. Conforme presente em seu livro Dantas (2011), as principais vantagens e desvantagens da análise qualitativa são:

Vantagens

- Permite a visibilidade e a compreensão da classificação dos riscos;
- Maior facilidade de se chegar a um consenso;
- Não é necessário quantificar a frequência da ameaça;
- Não é necessário determinar os valores financeiros dos ativos;
- Maior facilidade de envolver pessoas que não sejam especialistas em segurança.

Desvantagens

- Os valores do impacto atribuído ao risco são baseados na opinião subjetiva dos participantes;
- Riscos graves podem não ser suficientemente diferenciados;
- Dificuldade de justificar o investimento na implementação de controles, pois não há valores básicos para se realizar a análise de custo/benefício;
- Os resultados dependem da qualidade da Equipe de gerenciamento de riscos que foi formada.

2.1.4. Probabilidade x consequência

De acordo com a norma AS/NZS 4360:2004, a probabilidade é determinada como uma medida da possibilidade de ocorrência. Enquanto a consequência é o resultado ou impacto de algum evento. Por sua vez, o evento representa a ocorrência de um determinado conjunto de circunstâncias.

O manual de gerenciamento de risco (HB 436:2004) apresenta uma equação para o risco (Equação 1 – Tabela 1) descrevendo-o como o produto da probabilidade (medida de chance de ocorrer o evento) pela consequência (danos por evento).

Tabela 1: Equação do risco.

$$R_i = P_i * C_i \quad (1)$$

Legenda:

R_i = Risco percebido do evento i ;

P_i = Probabilidade de concretização do evento i segundo a percepção do gestor;

C_i = Consequência associada a concretização do evento i segundo a percepção do gestor.

Fonte: Adaptado pelo Autor de HB 436 (2004).

Conforme Dantas (2011), a utilização da equação do risco para uma aferição exata é complexa. Primeiro é difícil mensurar o índice consequência e probabilidade,

principalmente quando os danos são intangíveis. Segundo pela confiabilidade baixa dos dados estatísticos dispostos. Assim, o método quantitativo serve mais para entender a relação entre probabilidade-consequência e risco. Como alternativa, surgiram o uso de quadros comparativos e de matrizes probabilidade por consequência, modelos qualitativos, utilizados por meio da experiência do gestor, que auxiliam na produção hipotética dos cenários de ameaça e possibilitam através da aceitabilidade determinar quais as condições que necessitam de contramedidas e listar as possíveis respostas, como demonstra de forma genérica a Tabela 2.

Tabela 2: Matriz genérica de probabilidade x consequência.

	Consequências			
		Alta	Média	Baixa
Probabilidade	Alta	Contramedidas	Contramedidas	
	Média	Contramedidas		
	Baixa			

Fonte: ABNT NBR ISO 20858 (2011).

A ABNT NBR ISO 20858:2011 define a probabilidade como a possibilidade de um cenário de ameaça se tornar um incidente de segurança, considerando a resistência às medidas de segurança física e operacional em vigor na instalação portuária marítima. Recomenda-se que a probabilidade para cada cenário seja classificada em escalas tendo como base os seus devidos critérios. No caso, para a matriz genérica, a categorização adotada é: alta, média ou baixa. Se for um sistema com classificação numérica, que considera a frequência e a intensidade dos eventos através de números, recomenda-se realizar a conversão para um sistema qualitativo, que utiliza características e descrições como forma de critério, por exemplo o descrito abaixo.

— **Alta probabilidade:** convém ser utilizada quando as medidas de segurança em vigor oferecem baixa resistência à ocorrência do incidente de segurança em análise.

— **Média probabilidade:** convém ser usada quando as medidas de segurança em vigor oferecem resistência moderada à ocorrência do incidente de segurança em análise.

— **Baixa probabilidade:** convém ser usada nos casos onde as medidas de segurança em vigor oferecem substancial resistência à ocorrência do incidente de segurança em análise.

A consequência por seu lado, pode ser evidenciada como o dano à vida, à propriedade ou ruptura econômica, incluindo interrupção dos sistemas de transportes, que podem ser razoavelmente esperados como resultado de um ataque à ou na instalação portuária marítima. Admite-se que a consequência de cada incidente de segurança avaliado possa ser categorizada conforme a matriz abrangente em alta, média e baixa, conforme descrições apresentadas a seguir:

— **Consequência alta:** consequência inaceitável em todas as situações, embora pouco provável de ocorrer.

— **Consequência média:** consequência inaceitável, em situações de alta probabilidade.

— **Consequência baixa:** consequência que é normalmente aceita.

A ABNT NBR ISO 20858:2011 ressalta que é preciso cuidado ao se classificarem as consequências dos incidentes. O uso de valores-limite excessivamente baixos pode resultar na adoção de contramedidas para um maior número de cenários de ameaça à segurança do que o necessário. Entretanto, usar valores-limite excessivamente altos pode omitir contramedidas para cenários de ameaça que envolvam consequências que a instalação portuária ou nação não possa suportar

Pelo risco depender indiretamente da aceitabilidade, a ABNT NBR ISO 20858:2011 estabelece que a aceitabilidade pode ser considerada um julgamento do montante do possível dano que a instalação portuária, ou Estado do porto, está disposta a aceitar, sob certas condições relacionadas à probabilidade. Uma nação pode determinar que a possibilidade de um certo nível de prejuízo pode ser indesejável, porém aceitável.

2.1.5. Classificação de acordo com a consequência

Especificados os termos, é possível classificar o risco mediante a consequência ocasionada. Para o presente trabalho foram adotadas 4 categorias essenciais: risco de acidente; risco econômico; risco ambiental e risco de imagem.

De acordo com Menezes (2001) riscos de acidentes são todos os fatores que colocam em perigo o trabalhador ou afetam sua integridade física ou moral. A seguir são especificados alguns exemplos de incidentes físicos (Quadro 1).

Quadro 1: Cenários de risco de acidente.

<u>Risco de Acidente</u>	
(A)	Arranjo físico deficiente - É resultante de: prédios com área insuficiente; localização imprópria de máquinas e equipamentos; má arrumação e limpeza; sinalização incorreta ou inexistente; pisos fracos e/ou irregulares;
(B)	Máquinas e equipamentos sem proteção - Máquinas obsoletas; máquinas sem proteção em pontos de transmissão e de operação; comando de liga/desliga fora do alcance do operador máquinas e equipamentos com defeitos ou inadequados; EPI inadequado ou não fornecido;
(C)	Ferramentas inadequadas ou defeituosas - Ferramentas usadas de forma incorreta; falta de fornecimento de ferramentas adequadas; falta de manutenção;
(D)	Eletricidade - Instalação elétrica imprópria, com defeito ou exposta; fios desencapados; falta de aterramento elétrico; falta de manutenção;
(E)	Incêndio ou explosão - Armazenamento inadequado de inflamáveis e/ou gases; manipulação e transporte inadequado de produtos inflamáveis e perigosos; sobrecarga em rede elétrica; falta de sinalização; falta de equipamentos de combate ou equipamentos defeituosos.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Menezes (2001).

O risco econômico é entendido como sendo o risco em que a consequência mais relevante é o prejuízo final (Hope, 2002). Ou seja, aquele cujo destaque principal se dá pela alta capacidade de perda monetária à organização e pela incerteza sobre um negócio devido à necessidade de reparos, de novas aquisições ou de uso de contramedidas emergenciais. Geralmente, com exceção dos riscos de acidentes, o principal dano preocupante a um patrimônio é o de resultado econômico. A seguir o Quadro 2 apresenta certos eventos envolvendo o risco econômico.

Quadro 2: Cenários de risco econômico.

<u>Risco Econômico</u>
(A) Administrativo - Efeito de endividamento elevado pela administração financeira inadequada;
(B) Ativos - Perda econômica decorrente da deterioração dos ativos, como os equipamentos de movimentação interna, as obras de abrigo e as infraestruturas;
(C) Fenômeno Natural - Despesa direcionada a recuperar os desastres ocasionados pela natureza;
(D) Furto - Gastos derivados do desaparecimento, da perda ou do sumiço de bens como equipamentos e cargas;
(E) Trabalhista - Resultado de uma má administração interna e dos recursos humanos, gerando gastos referentes a justiça trabalhista.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Pinto (2002).

Os riscos ambientais são elementos ou substâncias presentes em diversos ambientes, que acima dos limites de tolerância podem ocasionar danos à saúde das pessoas ou danos às estruturas e equipamentos presentes nas instalações do porto (NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais, 2014), tal como os listados no Quadro 3.

Quadro 3: Cenários de risco ambiental

<u>Risco Ambiental</u>
(A) Físicos – São aqueles que se referem às características físicas do ambiente. ligadas a fontes de energia, como por exemplo, vibrações, ruídos excessivos, temperatura extrema, pressão anormal, radiação, tanto nas formas ionizantes quanto não-ionizantes e alterações sonoras, como o ultra som e o infra som;
(B) Químicos – São os produtos, substâncias ou ainda compostos químicos que estão sujeitos a absorção por parte do organismo, seja através do contato direto, pelas vias respiratórias ou ainda ingeridos, como gases ou vapores, névoas, fumaça ou poeira;
(C) Biológicos – São as diferentes formas de micro-organismos aos quais os colaboradores possam estar expostos, e cujo contato se dá através da pele, da ingestão ou ainda pelas vias respiratórias, como fungos, bactérias, protozoários, vírus ou parasitas;
(D) Ergonômicos – São os riscos de natureza física ou psicológica, causados pela não adequação do ambiente de trabalho às limitações fisiológicas dos indivíduos, como sobrecarga de peso, intenso esforço físico, postura inadequada, jornada excessiva de trabalho, exigência de produtividade desproporcional, trabalho noturno, repetição de movimentos, entre outros fatores que causam estresse físico ou mental.

Fonte: NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (2014).

O risco de imagem ocorre quando a opinião pública sobre uma empresa é negativa, tanto pelas suas ações como por seus produtos ou ainda seu histórico.

Esses riscos são causados por uma maior exposição negativa sobre as empresas nas mídias tradicionais e sociais, em contraposição às crescentes expectativas dos seus públicos estratégicos. Algumas exposições são exibidas no Quadro 4.

Quadro 4: Cenários de risco de imagem.

<u>Risco de Imagem</u>
(A) Corrupção - Aplicada e executada por um grupo de pessoas que desejam obter vantagens em cima de outras pessoas por meios ilegais;
(B) Associação - Parecida com a ato de corromper, mas, na maioria das vezes a empresa que nunca praticou um ato de fraude ou corrupção, pode ter a sua imagem em risco por ter parceiros envolvidos com esquemas ilegais;
(C) Fraudes - Alteração de relatórios contábeis e financeiros, através do desvio de dinheiro. Sempre ligada ao meio de se obter ganhos pessoais;
(D) Ilegalidade - Atos que infringem as disposições legais. Podendo ser tráfico de drogas, compras de informações restritas, subornos e entre outras realizações.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Maciel (2016).

É interessante ter uma visão global sobre os tipos de ameaças de acordo com a sua origem e com a sua consequência para entender melhor como ocorre a gestão de risco. Mas para o presente trabalho o enfoque se dará aos riscos envolvendo as estruturas físicas, dentre eles danos ligados aos equipamentos, as obras e a infraestrutura portuária de Itajaí.

2.1.6. Classificação de acordo com a origem

Quanto a motivação, o risco pode ter vários princípios. Entender a sua causa e estabelecer um modelo de classificação são pontos favoráveis para se compreender a ameaça. Neste trabalho a classificação do risco é feita fundamentando-se na origem das ameaças e vulnerabilidades. Segundo Dantas (2011), em seu livro *Avaliação de riscos em Instalações Portuárias*, o risco é dividido em 3 categorias: os naturais, os involuntários ou acidentais e os intencionais.

Para os riscos considerados naturais, conforme o potencial do evento, pode parecer que a resolução de contramedidas dificilmente vai ser eficaz, mas, tendo conhecimento que tais eventos são frequentes em uma área determinada, torna-se mais fácil adotar planos de segurança, minimizando os danos quando estes

ocorrerem, e poder regressar à normalidade das atividades (DANTAS, 2011). Alguns exemplos de riscos naturais são apresentados no Quadro 5.

Quadro 5: Cenários de risco natural.

<u>Risco Natural</u>
1- A área em que a empresa está instalada é sujeita a eventos da natureza, constantes ou não, de proporções catastróficas ou não;
2- Falta de acompanhamento de boletins meteorológicos;
3- Material de baixa resistência e/ou qualidade empregado na construção;
4- Equipamentos de prevenção a sinistros (de origem na natureza) sem inspeção periódica e de má qualidade;
5- Ausência de plano de recuperação de desastres e de continuidade dos negócios;
6- Falta de treinamento em ações contingenciais.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Dantas (2011).

Para os riscos involuntários, a identificação da sua origem tem relação direta com as vulnerabilidades humanas, físicas, de hardware, de software, com os meios de armazenamento e as comunicações, e que geralmente ocorrem por falha na condução do sistema de gerenciamento. No Quadro 6 apresenta-se alguns fatores que devem ser considerados com relação a essa categoria de risco

Quadro 6: Cenários de risco involuntário.

<u>Risco Involuntário</u>
1- Falha nos equipamentos de prevenção e detecção;
2- Descuido no cumprimento de normas para guarda, transporte e manuseio de material inflamável;
3- Material de fácil combustão empregado na construção;
4- Equipamentos ligados durante 24 horas;
5- Ausência de treinamento em medidas contingenciais;
6- Inexistência de processos de qualidade;
7- Inexistência de controles internos;
8- Inexistência de programa de capacitação continuada;
9- Cultura organizacional.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Dantas (2011).

Já para os riscos intencionais, os agentes principais estão geralmente ligados ao tipo de negócio, ao tipo de produto, ao tipo de mercado, à localização geográfica, ao sistema de controle interno e ao nível de segurança existente, como exemplificado no Quadro 7. Ele acontece quando há a exploração intencional por parte do agente ao perceber alguma lacuna no conjunto de segurança da organização ou ao executar investidas diretas ou aleatórias, tendo como objetivo detectar alguma instabilidade nesse conjunto.

Quadro 7: Cenários de risco intencional.

<u>Risco Intencional</u>
1- Situação do sistema de controle interno;
2- Atratividade do produto e sua fácil recepção no mercado paralelo;
3- Área em que a empresa está instalada sujeita a eventos da natureza de proporções catastróficas;
4- Situação da criminalidade na região em que a empresa está instalada;
5- Sensação de impunidade;
6- Pagamento efetuado, em espécie, aos funcionários da empresa;
7- Funcionários insatisfeitos com salários em atraso e sem perspectiva de continuidade no emprego;
8- Mercado altamente competitivo;
9- Informações de alto poder estratégico.

Fonte: Adaptado pelo Autor de Dantas (2011).

2.2. Estruturas e equipamentos portuários

Conforme designa a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA, 2011), o porto é uma zona abrigada contra a ação dos ventos e das ondas, com instalações suficientes para apoiar a navegação e realizar operações de carga e descarga de mercadorias, embarque e desembarque de passageiros com segurança. É o elo entre os transportes aquáticos e terrestres, onde se encontram todas as instalações portuárias para carga e descarga, pátios, armazéns e outros ativos. A sua área de fundeio, denominada anteporto, funciona como uma zona de espera, apresentando uma sequência de navios dispostos pela ordem de chegada. Assim, as embarcações ficam aguardando momentos para atracação nos berços, de acordo

com a disponibilidade dos mesmos. O corredor que liga o alto-mar às acomodações é intitulado canal de acesso.

Segundo o Ministério do Trabalho e Emprego (2001) o porto organizado é aquele construído e aparelhado para atender às necessidades da navegação e da movimentação e armazenagem de mercadorias, concedido ou explorado pela União, cujo tráfego e operações portuárias estejam sob a circunscrição de uma autoridade portuária. Os portos não enquadrados nessa situação são ditos “não organizados”, não sendo as suas atividades reguladas pelo presente ordenamento. Geralmente são pequenos e pouco movimentados, sem administração, resumindo-se, na maioria das vezes, a um pequeno cais para recebimento de mercadorias.

Essa classificação atual de área portuária começou a ser moldada nas últimas décadas. De acordo com Rial (2008), ao longo desse período, o aumento da necessidade de uma movimentação de carga maior e mais unitizada fez reestruturar todo o transporte aquaviário, alterando por completo a tipologia dos navios, a tecnologia de movimentação das cargas e a estrutura físico-funcional portuária. Por consequência, o aumento do tamanho e da capacidade dos navios gerou a necessidade de calados mais profundos e a colocação de cargas em contêineres passou a demandar grandes áreas terrestres para armazenagem, denominadas de retroportos.

De uma forma mais precisa, Rial (2008) afirma que até a Segunda Guerra Mundial, os navios permaneciam muito tempo atracados, já que, por não serem uniformes, as cargas demoravam a ser embarcadas e desembarcadas. Depois da guerra, a técnica de transporte em contentores ou contêineres permitiu que as mercadorias fossem armazenadas em grande quantidade em um só volume, e, além disso, podiam ser facilmente transportadas. Esta mudança exigiu a construção de armazéns maiores para que pudessem compreender este material até que fosse enviado ao seu destino final, ocasionando, assim, uma renovação dentro da instalação portuária.

O termo ativo é utilizado para expressar a porção positiva de um patrimônio, representando os bens, valores e afins que formam os recursos de uma pessoa singular ou de uma organização, estes são avaliados pelos respectivos custos, como por exemplo: dinheiro, investimentos financeiros, imóveis, equipamentos, estoques e ações. Com a reformulação da organização físico-funcional portuária, os ativos

presentes nas instalações portuárias aumentaram e se modernizaram (FULGENCIO, 2007).

Embora ocorresse a inclusão de novas ferramentas, a divisão dos ativos permaneceu entre dois tipos básicos: as estruturas ou áreas físicas e os equipamentos mecânicos. As estruturas são desenvolvidas para manter, mesmo após a solicitação de esforços, a forma e formação e possuem três finalidades: abrigar o complexo, acostar as embarcações e armazenar a carga. Já os equipamentos são encarregados pela mobilização interna dessas cargas, para que sejam deslocadas e realocadas em seus devidos lugares (ALFREDINI e ARASAKI, 2009).

2.2.1. Estruturas de abrigo marítimo

Em seu manual, o Ministério do Trabalho e Emprego (TEM) (2001) estabelece que as estruturas de abrigo são construções desenvolvidas para mitigarem os efeitos das correntes marítimas com o intuito de proteger a própria costa, a instalação portuária e as embarcações que ali se abrigarem, para conter o avanço da erosão na área e desassorear o canal. Dentre os materiais mais populares para a estruturação destas obras, o mais comum é o uso de rocha (enrocamento), pois possuem a vantagem de formar arranjos flexíveis, moldando-se conforme o assentamento do terreno. Também há a possibilidade de aplicação do sistema de gabião para os trechos em que ocorrer o assoreamento, ou mesmo o uso de bolsas preenchidas com argamassa de alta resistência. Seguindo a classificação feita pela APPA (2011), são exemplos de abrigo:

- **Dique:** construção linear que possui as duas pontas apoiadas na terra e tem como propósito represar as águas correntes;
- **Doca:** baía artificial que permite a proteção das embarcações contra os intempéries;
- **Esporão:** elemento desenvolvido transversalmente à costa marinha, com o objetivo de reter sedimentos para impedir a erosão costeira;
- **Molhe:** diferencia-se do quebra-mar por possuir um dos seus extremos ligado a terra. Em alguns casos pode servir como trapiche ou servir também para manter aberta a boca de um estuário, de um rio ou de uma lagoa;

- **Quebra-mar:** Construção que retém suas duas extremidades dentro da água e tem como objetivo receber e rechaçar o ímpeto das ondas ou das correntes, defendendo o porto, baía ou outro ponto da costa e tudo que o circunscribe.

Para elucidar, um exemplo sobre o molhe constituído por blocos de tetraedros de concreto segue adiante na Figura 2.

Figura 2: Molhe sul de Itajaí.



Fonte: Linha fina clube de pesca (2014).

2.2.2. Estruturas de acostagem marítima

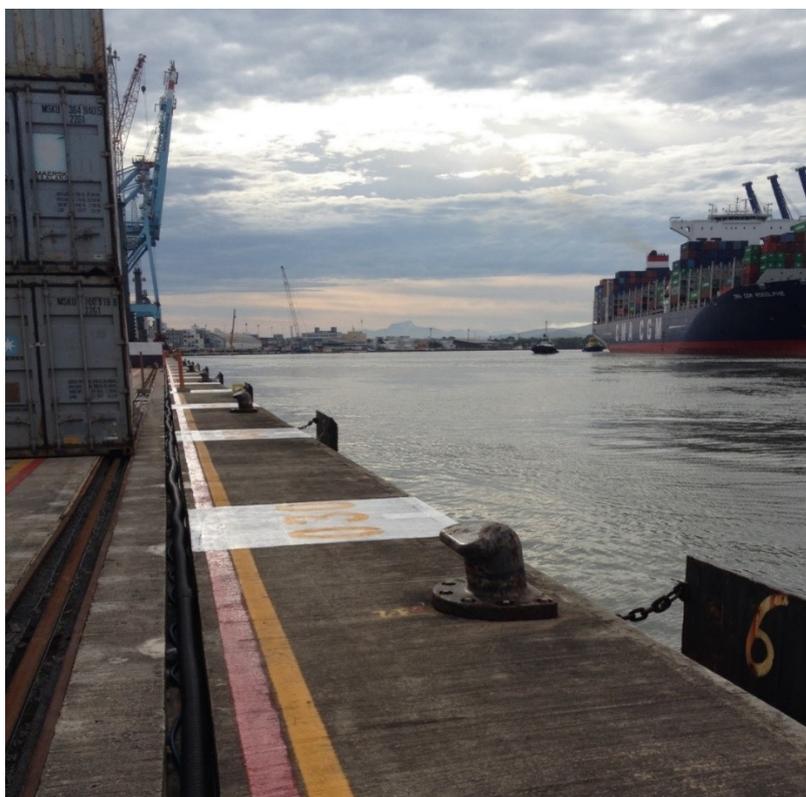
Na acostagem, segundo Alfredini e Arasaki (2009), as estruturas são maciças pois precisam resistir aos elevados esforços solicitantes, em razão dos impactos sofridos pelas embarcações e pelos cabos de amarração das mesmas. Essas edificações têm como objetivo final o embarque e desembarque de passageiros ou a carga e descarga de mercadorias em segurança. Com base na classificação feita pela APPA (2011), os exemplos de estruturas e de áreas de acostagem são:

- **Ancoradouro ou Fundeadouro:** local previamente aprovado e regulamentado pela autoridade marítima onde a embarcação lança âncora;
- **Área primária ou Zona primária:** é a área que compreende as faixas internas dos portos na qual são efetuadas operações de carga e descarga de mercadorias, sob controle aduaneiro, procedentes ou destinadas ao exterior;
- **Armazém alfandegado:** armazém próprio para receber a carga estrangeira;
- **Armazém ou Pátio:** espaço destinado para a acomodação das cargas a serem embarcadas ou aquelas desembarcadas dos navios;
- **Berço de atracação:** é uma zona no cais, entre cabeços de amarração, em que o navio pode atracar para operar, embarcar e desembarcar passageiros ou carregar e descarregar mercadorias em segurança;
- **Cabeço de amarração:** coluna de ferro de altura reduzida encravada à beira do cais ou junto à borda de uma embarcação que possui como objetivo fornecer uma amarração segura e estável as embarcações que ali se fixarem;
- **Cais:** plataforma em parte da margem de um rio ou porto de mar em que atracam os navios e se faz o embarque ou desembarque de pessoas ou mercadorias e no qual se localiza um ou mais berços de atracação, podendo ser especializado (terminal) ou não (cais comercial);
- **Cais dinamarquês:** os cabeços de amarração e as defensas são fixados respectivamente acima e na lateral da viga de coroamento (estrutura horizontal que se localiza sobre as estacas-prancha para a maior fixação das mesmas);
- **Cais de plataforma com enrocamentos:** possui uma proteção composta por blocos de rocha compactados;
- **Cais de plataforma sobre dolphins:** estrutura situada em local de maior profundidade, com dimensões capazes de receber embarcações;
- **Defensa marítima:** peça feita de sola, cabo, pneu, estopa, ou outro material elástico, que são amarrada no cais ou na própria embarcação com a finalidade de absorver uma grande quantidade de energia sem que haja transferência de forças às embarcações e às estruturas;
- **Docas:** parte de um porto de mar cercada de muros ou cais, em que as embarcações tomam ou deixam carga;

- **Dolphins:** colunas de concreto fincadas no fundo do mar que afloram à sua superfície e servem para atracar e para amarrar os navios. Em alguns casos dispensam cais para auxiliar;
- **Escada de portaló:** dispositivo para embarque e desembarque no navio, a partir de terra ou de outra embarcação. Tem duas pequenas plataformas em cada uma das suas extremidades;
- **Pier:** partes do cais que avançam sobre o mar em linha reta ou em formato L onde as embarcações atracam;
- **Ponte:** construção erguida sobre o mar servindo à ligação com um cais avançado, a fim de permitir a acostagem de embarcações para carga ou descarga e a passagem de pessoas e veículos;
- **Portaló:** local de entrada do navio, onde desemboca a escada que liga o cais ao navio. É o local de passagem obrigatória para quem entra ou sai da embarcação.

Um exemplo de plataforma de acostagem (cais) segue adiante na Figura 3.

Figura 3: Cais do porto de Itajaí.



Fonte: Autor (2017).

2.2.3. Estruturas de armazenagem e equipamentos de movimentação interna

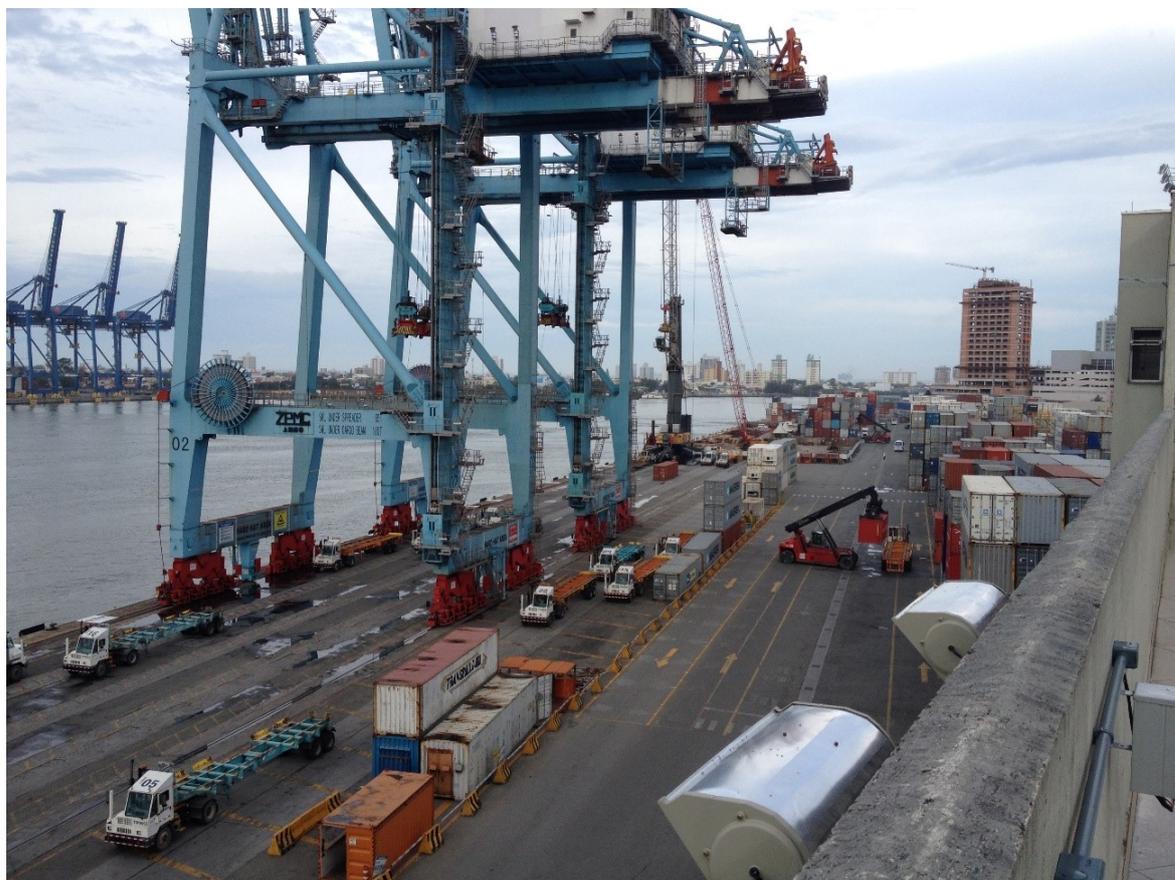
Alfredini e Arasaki (2009) afirmam que as principais funções da armazenagem e movimentação interna é conservar as cargas, acomoda-las e designa-las aos seus destinos finais. Esse aspecto define diretamente a necessidade do uso de equipamentos e estruturas específicas e determina como irá se suceder a logística portuária. Sabendo que o tipo de carga define a disposição da instalação e fundamentando-se na classificação feita pela APPA (2011) é possível identificar os principais equipamentos e estruturas de movimentação interna e armazenagem:

- **Aparelho de guindar:** dispositivo que suspende e trafega a carga, por meio de cabos, entre o cais e o navio, como os guindastes, paus de carga, cábreas, pórticos de cais ou portainer;
- **Armazém:** utilizado para armazenar cargas que serão embarcadas ou que já foram liberadas dos navios e encontram-se à disposição de seus proprietários;
- **Carregador de navio:** abastecem os navios com as devidas cargas;
- **Clamshell ou Grab (colher mecânica):** equipamento dotado de duas ou mais garras, que funciona com o auxílio do guindaste e destinado ao carregamento e descarregamento de graneis sólidos das embarcações. Suas garras se fecham de forma automática ou semiautomática quando pegam a porção do produto.
- **Contêiner ou Contentor:** caracteriza-se por ser uma grande caixa ou um recipiente metálico com dimensões específicas no qual uma mercadoria é colocada (estufada ou ovada), após o que o mesmo é lacrado e transportado no porão ou no convés de um navio para ser descarregado e aberto (desovado) no porto ou local de destino;
- **Empilhadeira de alcance:** arrumam e empilham os contêineres nos pátios;
- **Guindaste ou Grua:** ferramenta utilizada para a elevação e a movimentação de cargas e materiais pesados. Conseguem descarregar e carregar contêineres, organizar e movimentar materiais pesados em grandes depósitos. Pode ser de cais ou de pórtico sobre pneus;
- **Harbour crane:** guindaste de cais, equipado com pneus, para livre trânsito, ou de rodas de ferro para trânsito em trilhos, com o objetivo de movimentar cargas;
- **Pátios:** espaço destinado para armazenar os contêineres;

- **Portêiner ou pórtico de cais:** guindaste de grande porte especialmente desenhado para carregar e descarregar contêineres em navios. Tem uma braçadeira de levantamento especial adaptada para encaixar nos cantos do contêiner;
- **Shiploader:** equipamento portuário móvel em forma de torre, com um tubo ou um túnel que é projetado para um berço, destinado ao carregamento de carga a granel (sólida) através de correias transportadoras, diretamente de um armazém ou silo aos porões do navio;
- **Silo:** armazém de granéis, podendo ser vertical ou horizontal. O vertical recebe as cargas por meio de elevadores e a expedição acontece exclusivamente por gravidade, sem uso de equipamentos. No horizontal as cargas são depositadas no nível do solo, manuseadas por carregadores frontais e, no momento de expedição, parte é transportada pela gravidade e parte com o uso de equipamentos.
- **Straddle carrier (carreta de pátio):** dispositivo utilizado para armazenagem dos contêineres no parque de estocagem, possibilitando a superposição de três contêineres;
- **Tanques:** armazenagem de substâncias líquidas;
- **Transtêiner ou pórtico de pátio:** mecanismo pórtico destinado à movimentação horizontal de contêineres, transportando-os de um para outro ponto do pátio de contêineres. Pode ser montado sobre pneus ou linha férrea.

Para elucidar, um exemplo contendo as estruturas de armazenagem e os equipamentos segue adiante na Figura 4.

Figura 4: Estrutura de armazenagem do porto de Itajaí (pátio) e equipamento de movimentação interna (portêiner).



Fonte: Autor (2017).

2.3. Hidrodinâmica e sedimentologia

A hidrodinâmica é a parte da Mecânica dos Flúídos destinada ao estudo dos flúídos em movimento, esta analisa as forças externas que induzam o escoamento desses flúídos, sejam eles líquidos ou gasosos. Quando expostos a forças de cisalhamento, os flúídos não apresentam resistência, sendo a ação das forças de contato ou forças gravitacionais responsáveis por impulsionar o movimento sobre os fluidos ou parte dele como é o caso da superfície de oceanos e rios (FOX *et al.*, 2010).

O conhecimento sobre a movimentação dos sedimentos marítimos e fluviais começou a ter destaque a partir da segunda metade do século XX, para contornar problemas como o assoreamento próximo a áreas portuárias e erosão de praias e rios que afetam o turismo social em áreas de importância econômica (FREDSOE, 1992). No presente trabalho, o fluido para estudo é a água e a sedimentação em questão é

a ocasionada em superfícies banhadas por rios e oceanos, exatamente, a área de encontro entre essas duas águas, denominada estuário.

2.3.1. Hidrodinâmica

Segundo Dyer (1995) os recursos hidrodinâmicos marítimos e fluviais são determinantes principais na distribuição de materiais ao longo de um estuário, tal qual na classificação de um sistema como retentor ou exportador para a zona costeira. A caracterização hidrodinâmica de um estuário em particular é fundamental para o entendimento dos processos físicos, geológicos, químicos e biológicos os quais oferecem bases para a conservação e o uso sustentável destes ambientes. Para isso, Pritchard (1952, p.245) determina o termo estuário como: “um corpo de água costeiro semifechado com ligação livre ao oceano aberto, estendendo-se rio acima até o limite da influência da maré, sendo que em seu interior a água do mar é mensuravelmente diluída pela água doce, oriunda da drenagem continental”. Em outras palavras, é a porção de água presente na desembocadura de um rio, sensível aos efeitos do mar.

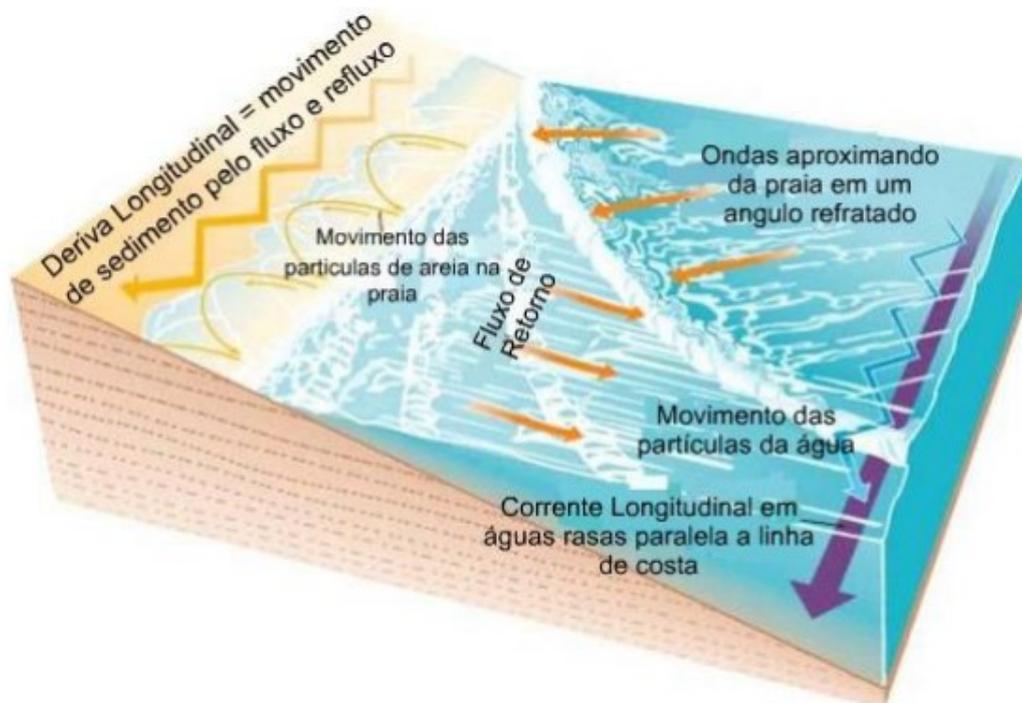
As condições hidrodinâmicas apresentadas por um estuário dependem da interação morfológica da bacia estuarina, da ação das correntes das marés e das águas fluviais e marinhas cujas características físicas se diferem. Esses fatores ambientais variáveis limitam a determinação de padrões de circulação nesse sistema, devido a grande variabilidade temporal e também aos esforços e dos processos a eles associados. De acordo com Vogel *et al.* (1986) a distribuição das areais com maior concentração de sedimentos no fundo está relacionada com as velocidades das correntes durante um ciclo de maré que fazem esse transporte dos sedimentos em suspensão.

Para Amaral (2016) a caracterização dos processos hidrodinâmicos envolve a compreensão das três variantes que norteiam o procedimento de transporte de sedimentos, são elas: ondas, marés e correntes.

- (I) Ondas: podem ser geradas por efeito de ventos locais soprado sobre o mar ou rio ou serem produzidas por tempestades. A agitação das ondas de oscilação desempenha dominante ação no movimento dos sedimentos presentes no fundo das áreas costeiras, bem como origina

as correntes de arrebentação. Ilustrado na Figura 5 está a representação dos efeitos gerados pela ondulação.

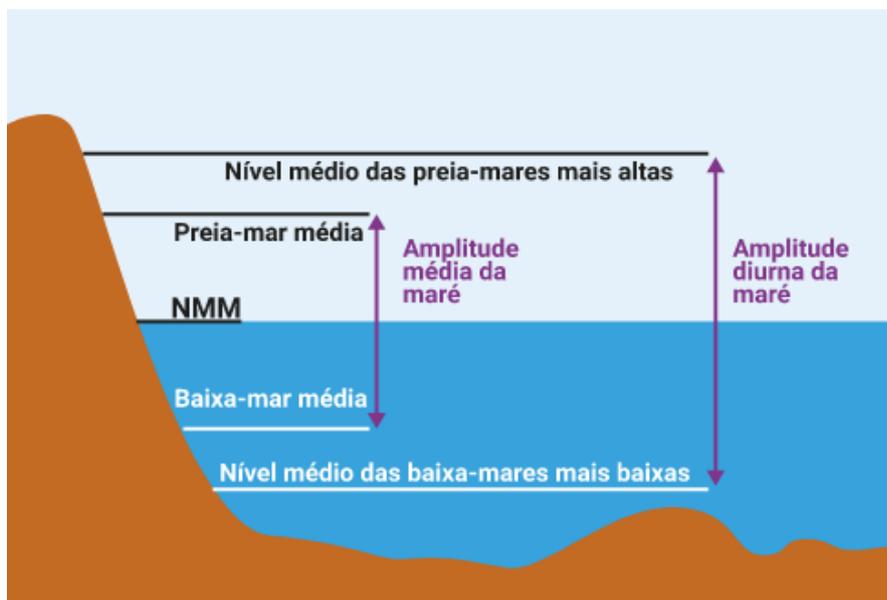
Figura 5: Principais processos devido a ação das ondas na região costeira.



Fonte: Coleman (2001).

- (II) Marés: se originam da combinação de efeitos de atração da força gravitacional da lua e do sol sobre as massas líquidas e da força centrífuga dos sistemas terra-lua e terra-sol, isto é, a força resultante das forças gravitacional e centrífuga é a geradora de maré. A oscilação regular do nível d'água constitui a chamada maré astronômica cuja regularidade possibilita a previsão dos níveis d'água, sendo denominado preia-mar o momento de maior altura e baixa-mar o de menor altura. Essa oscilação está esboçada na Figura 6.

Figura 6: Nível médio de maré (NMM) e suas oscilações.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Thurman (1997).

- (III) Correntes: são responsáveis pela movimentação horizontal das águas. Subdivididas, segundo Mendes *et al* (1996), em quatro tipos. (A) Correntes de densidade são aquelas que ocorrem pelas diferenças de salinidade ou de temperatura. (B) Correntes de maré são ocasionadas pelas oscilações do nível d'água. (C) Correntes induzidas por ondas de superfície na zona de arrebentação geram movimentos capazes de causar erosão, ou assoreamento, e transporte de sedimentos presentes na costa. (D) Correntes de deriva são produzidas pela ação contínua do vento, sendo sua influência sentida na proximidade da superfície.

O sistema estuarino ao longo da Costa de Santa Catarina é bastante diversificado, contemplando estruturas geograficamente classificadas como baías, lagoas ou lagunas e rios. Apesar de apresentarem dimensões menores que as baías e lagoas, os rios Catarinenses são responsáveis pela transferência de material entre as bacias hidrográficas e o oceano vizinho, pois retêm maior parte do fluxo fluvial da vertente atlântica (SCHETTINI, 2002). O autor ainda cita como as bacias mais representativas do referido estado, as dos rios Itajaí-Açu, Tubarão, Araranguá, Itapocu, Tijucas e Mampituba.

2.3.2. Sedimentologia

A sedimentologia é o estudo das partículas sólidas que se desprendem de rochas pela ação da água ou vento, podendo ou não se depositar no ambiente, esta compreende processos geológicos capazes de modificar o relevo, como a erosão, o transporte nos cursos d'água e a deposição. Apesar de sua complexidade, estes ocorrem de forma natural em todo o planeta e sua importância é decorrente da capacidade de alteração da superfície terrestre por esses fenômenos físicos (CARVALHO, MELLO e SILVA 2007).

Para mostrar como a sedimentação se sucede, a Figura 7 reproduz o processo levando em consideração uma aplicação feita em rio. O fluxo de corrente inicia a erosão dos sedimentos presentes no solo adjacente ao rio (ou ao mar). Quando esse fluxo entra em águas mais profundas ocorre a diminuição de velocidade do movimento. Quanto à disposição dos solos erodidos: os sedimentos de cascalho acumulam-se perto da costa; os grãos de areia se estabelecem onde o movimento das águas torna-se muito lento para carregá-los; as partículas do tamanho de argila se instalam mais distantes da costa em águas tranquilas.

Figura 7: Transporte de sedimentos por correntes em um rio.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Correia (2008).

Sendo a costa brasileira geralmente formada por material arenoso e as superfícies dos rios por material argiloso, as ações do meio (naturais e antrópicas) são muito rápidas, levando ao transporte de sedimentos. Apesar das várias alterações morfológicas, tanto a costa como o fundo do mar e a superfície e o fundo do rio tendem a um equilíbrio dinâmico. Porém, as obras de engenharia feitas ao longo dessas áreas desencadeiam a alteração nesse equilíbrio, podendo provocar erosões e/ou assoreamentos nas extensões próximas.

Pode-se afirmar que não existe realmente um ciclo sedimentológico, pois, uma partícula sólida removida do solo e transportada água abaixo, jamais voltará à sua origem. O potencial destino final é o mar. Dessa forma, a perda de solos é importante por, praticamente, ser irreparável. Com isso, todas as obras estruturadas próximas ao mar e ao rio necessitam, além de um monitoramento periódico, ser dimensionadas e executadas de tal modo que possam suportar os efeitos causados pela água (MARCELINO, 2009).

A movimentação dos sedimentos é algo extremamente complexo, pois envolve um grande número de parâmetros ligados ao processo. Vários são os estudos que foram feitos visando encontrar uma formulação mais adequada para descrever a vazão sólida de sedimentos (total, em suspensão e de fundo), porém todas se baseiam em constatações experimentais específicas e assumem grandes incertezas (SUGUIO, 1973).

2.3.3. Erosão em rios

Silva *et al.* (2003), em seu livro, estabelecem:

“Dentro das ciências ambientais define-se erosão como o desgaste e ou arrastamento da superfície da terra pela água corrente, vento, gelo ou outros agentes geológicos, incluindo processos de arraste gravitacional. A erosão é um dos principais fenômenos geológicos que ocorre na Terra e se processa de várias formas, se considerarmos seu ambiente de ocorrência”.

Com base nisso, define-se neste trabalho que o foco principal será dado aos sistemas erosivos ocorridos pela ação da água provinda da chuva, mais precisamente, o transporte de partículas pelo fluxo da água que ocorre nas áreas contribuintes e nos

cursos que são lançados em estuários. As águas fluviais funcionam como fluxo de escoamento. Este faz parte do processo de ciclo hidrológico e a seu abastecimento ocorre através das águas superficiais e das subterrâneas. Os rios pertencem ao principal grupo dos agentes mais importantes quando considerado o transporte de materiais erodidos, onde o seu fluxo segue o sentido das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar (SILVA, 2003).

A erosão é o processo inicial da sedimentação: erosão, transporte e depósito. Esse processo é caracterizado por uma interação complexa, entre o agente líquido e o ambiente sólido, resultado de trechos com diferentes dinâmicas. Durante o percurso de transporte, algumas partículas ficam depositadas pelo caminho. Ou seja, nem todas as partículas que são erodidas chegam ao mesmo destino, algumas arrastam gerando novas erosões, outras ficam depositadas no meio do percurso. Assim, os transportes de sólidos se dividem em suspensão e arraste (SILVA, 2003).

Os sedimentos têm origem na bacia e/ou no leito e margens dos rios e podem ser transportados por duas formas: suspensão no meio líquido ou pelo próprio leito do rio. Enquanto as partículas suspensas na água seguem a velocidade do meio líquido, as que são transportadas pelo leito sofrem com a resistência de atrito das bordas, resultando numa menor velocidade. A velocidade da corrente e o efeito de turbulência fazem com que os detritos permaneçam em movimento de suspensão ou que sejam transportados de volta para o leito (MARCELINO, 2009).

Sobre a influência dos fatores que afetam o escoamento superficial e a perda de solo ocasionado pela chuva, Rogers *et al* (1964) concluíram que no mínimo 70% das perdas de terra são justificadas pela multiplicação da intensidade de chuva, (volume de água por um tempo) com a quantidade de chuva. Onde, somente o fator quantidade de chuva é capaz de explicar 89 % da variação do total de solo erodido. Fica evidente que fatores como intensidade e quantidade de chuva são agentes diretos no processo de erosão. Um ponto importante sobre esses fatores é que quando registrados periodicamente consegue-se prever as chuvas máximas e mínimas através de uma distribuição comparativa.

Com base em Tomaz (2010) a partir de leituras periódicas feitas com a aplicação de estações pluviométricas (estações que medem a quantidade de precipitação num determinado local), cria-se uma base de dados. Com os dados disponíveis é possível manuseá-los a ponto de gerar uma distribuição ao longo do tempo. Criada a distribuição é possível usá-la como embasamento para comparação.

Empregando-se a hidrologia estatística através do período de retorno (T) (intervalo de tempo médio que um determinado evento hidrológico é igualado ou superado pelo menos uma vez), é possível se efetuar a previsão hipotética de eventos extremos, como, por exemplo, grandes enchentes, períodos longos de secas, etc. Vale ressaltar que a exatidão do período de retorno está ligada diretamente a fatores como: quantidade de dados dispostos, uso correto dos equipamentos e das leituras e experiência do responsável técnico.

A previsão de enchentes é um cálculo feito quando comparado com os dados históricos ocorrer a extrapolação dos índices pluviométricos, obtidos através de estações. Esse cálculo tem como propósito identificar o período de retorno dos eventos críticos. Por exemplo, para uma dada região, com disposição histórica da quantidade de chuva, determinou-se um período de retorno de 50 anos, ou seja, há uma probabilidade de ocorrer a extrapolação das chuvas máximas no intervalo de 50 anos (TOMAZ, 2010).

Algumas formas de cálculo e de distribuição pluviométrica ao longo do tempo foram estudadas e reconhecidas, como exemplo, as desenvolvidas por Gauss e por Gumbel. O enfoque desse trabalho se destina aos casos empregados por Gumbel, já que o mesmo propõe através de uma distribuição extremal e de formulações logarítmicas o cálculo para o período de retorno de eventos extremos, períodos de seca ou de enchentes, sendo este o principal fator para a ocorrência de erosão em rios e estuários (NAGHETTINI, 2007).

2.4. Ocorrência de Riscos na Infraestrutura Portuária

As instalações portuárias e suas operações englobam diversos riscos acidentais que impactam tanto as pessoas como o meio ambiente e os ativos presentes no entorno. Caracteriza-se como acidente ocupacional àquele que afeta o desempenho dos trabalhadores em suas atividades cotidianas. Já os acidentes ambientais afetam tanto os empregados, como também as comunidades, instalações da empresa e o ecossistema em que está inserido e podem estar relacionados com a instalação em si, isto é, com o seu tipo, dimensão e características, bem como aos produtos e materiais manipulados nela. Constituem como possíveis cenários de acidentes em portos a queda de homens ao mar, incêndio ou explosões, vazamentos de produtos, problemas físicos e mecânicos nos equipamentos e estruturas do porto,

acidentes ambientais envolvendo poluição, condições adversas do tempo que afetam a segurança das operações portuárias (ARAUJO, 2012).

Os portos estão sujeitos a ações naturais provindas das marés e dos ventos e portanto as estruturas e os equipamentos portuários precisam levar em conta os efeitos dessas no momento do seu dimensionamento. Porém, ainda assim se encontram na história grandes acidentes envolvendo marés e ventos nos portos.

Como por exemplo, de acordo com Batista *et al.* (2003), o acidente ocorrido, no ano de 2003, envolvendo um descarregador de minério no Porto de Sepetiba, no estado do Rio de Janeiro, foi ocasionado pela ação do vento, tendo como consequência a perda completa do equipamento. O caso ocorreu na noite do dia 10 de janeiro de 2003, entre as 23:00 e 23:15 horas (horário de verão). Registros da câmera de segurança na guarita gravaram todo o incidente, desde o momento em que o descarregador estava posicionado na entrada do píer, para a operação de descarga no navio Stefanial, até o instante em que o equipamento começa a ser deslocado, pela ação do vento, por um percurso aproximado de 297 metros. A colisão entre o para-choque do descarregador e o batente na extremidade do píer é verificada na Figura 8. O descarregador D1 aparece tombado no mar após ter destruído o deck de concreto do píer e provocar danos ao navio Regina. O descarregador D2 permanece em pé, avariado pelo choque contra o D1.

Figura 8: Acidente com o descarregador de minério no Porto de Sepetiba.



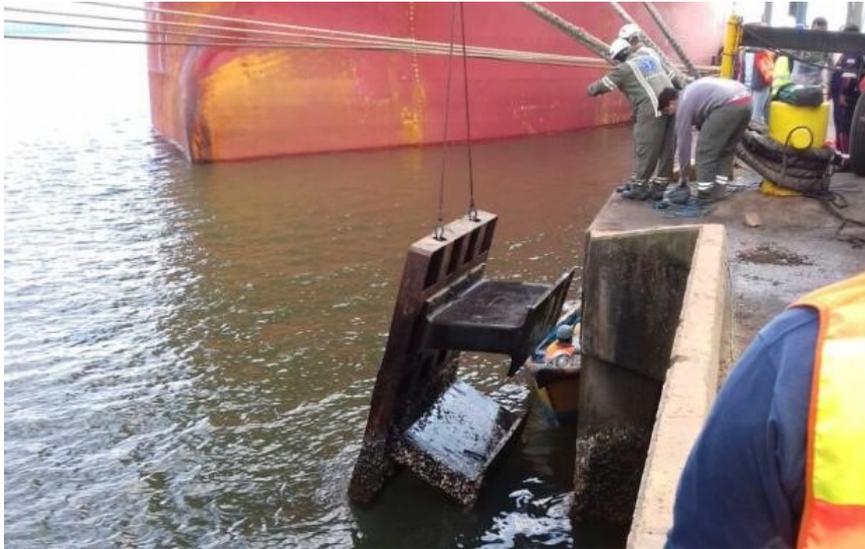
Fonte: Batista *et al.* (2003).

Além do vento, a maré é outro risco que deve ser levado em consideração. Conforme Vanz (2012), nos anos de 2009 e 2010 ocorreram 26 acidentes com embarcações, considerando os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Desses 26 acidentes, três deles foram naufrágios por encalhamento, devido a oscilação do nível do mar. O acidente com maior âmbito ocorreu no dia 10 de março de 2009. O navio com 124 metros de comprimento encalhou na costa de Itajaí.

Infelizmente, há casos em que a ameaça tem como consequência a segurança direta dos trabalhadores envolvidos. Nos dias 13 e 18 de junho de 2017, segundo o jornal da cidade de Joinville, A Notícia (2017), o porto de São Francisco do Sul foi cenário de dois acidentes distintos que tiveram como resultado a morte de dois cidadãos. No primeiro incidente, o trabalhador estava efetuando a manutenção das defensas usadas na atracação de navios quando teve parte do seu corpo esmagada por uma peça não identificada na reportagem. Já o segundo caso ocorreu quando o trabalhador estava realizando os reparos em um reversor, na praça de máquinas da embarcação WS Itaquí, da agência marítima Wilson Sons, que estava atracada no

cais. A razão do acidente foi ocasionada por uma peça que saiu do local e um estilhaço acabou atingindo o mecânico. A imagens seguintes ilustram os respectivos lugares onde ocorreram os acontecimentos, Figuras 9 e 10.

Figura 9: Acidente com defesa marítima.



Fonte: A Notícia (2017).

Figura 10: Acidente com estilhaço.



Fonte: A Notícia (2017).

Por menor que possam parecer os riscos, como o caso da maré que gera uma variação do nível do mar, da pequena diferença de pressão ocasionando o surgimento de ventos ou de uma manutenção de rotina nos equipamentos e estruturas que acabam com tragédias. Há uma necessidade de se estudar, analisar e identificar os

riscos para evitar os problemas mencionados. Mesmo que apareçam alguns acontecimentos envolvendo acidentes portuários na mídia, essa porcentagem é relativamente pequena se comparada com a real situação, isso se justifica pela adoção de proteção de imagem por parte dos portos e organizações responsáveis.

3. METODOLOGIA DE ANÁLISE DE RISCO JUNTO AO CAIS PORTUÁRIO DE ITAJAÍ

O foco deste estudo se concentrou em analisar as ferramentas que auxiliam as empresas na gestão de riscos presentes no porto, mediante um estudo fundamentado teoricamente que foi aprofundado em um caso aplicado, haja vista a escassez de pesquisas nesta área. Para a realização e compreensão da análise em campo e de registros históricos, é necessário o conhecimento das propriedades e características do porto de Itajaí e do procedimento adotado.

3.1. Descrição do Local

Conforme disponibilizado em seu site, o conjunto portuário de Itajaí está posicionado estrategicamente em um dos principais cruzamentos rodoviários ao sul do país Brasil, distante poucos quilômetros das rodovias BR 101 e BR 470. Ao se traçar um raio de 600 quilômetros, é possível notar que complexo abrange capitais economicamente muito fortes, como a de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, além de importantes municípios desses quatro estados, que reúne 46% do PIB nacional. Característica esta que transforma o conjunto em um centro armazenador e distribuidor de cargas, o que possibilita o atendimento dos mercados exportadores e importadores de 21 estados brasileiros e Distrito Federal.

A localização referente ao país e ao estado está ilustrada nas Figuras 11 e 12, imagens essas obtidas através do uso do software Google Earth. Em relação ao município a instalação está posicionada na zona centro-noroeste de Itajaí, um estuário influenciado pelas águas do rio Itajaí-Açú e as águas do oceano atlântico, seu posicionamento mais exato está a 3,2 Km da barra, como mostrado na Figura 13. De acordo com o site do porto as suas coordenadas geográficas são representadas pela latitude 26° 54,2' sul e pela longitude 48° 39,4' oeste, pontos esses muito próximos ao capturado.

Figura 11: Georreferenciamento do porto em relação ao país.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Google Earth (2017).

Figura 12: Georreferenciamento do porto em relação ao estado.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Google Earth (2017).

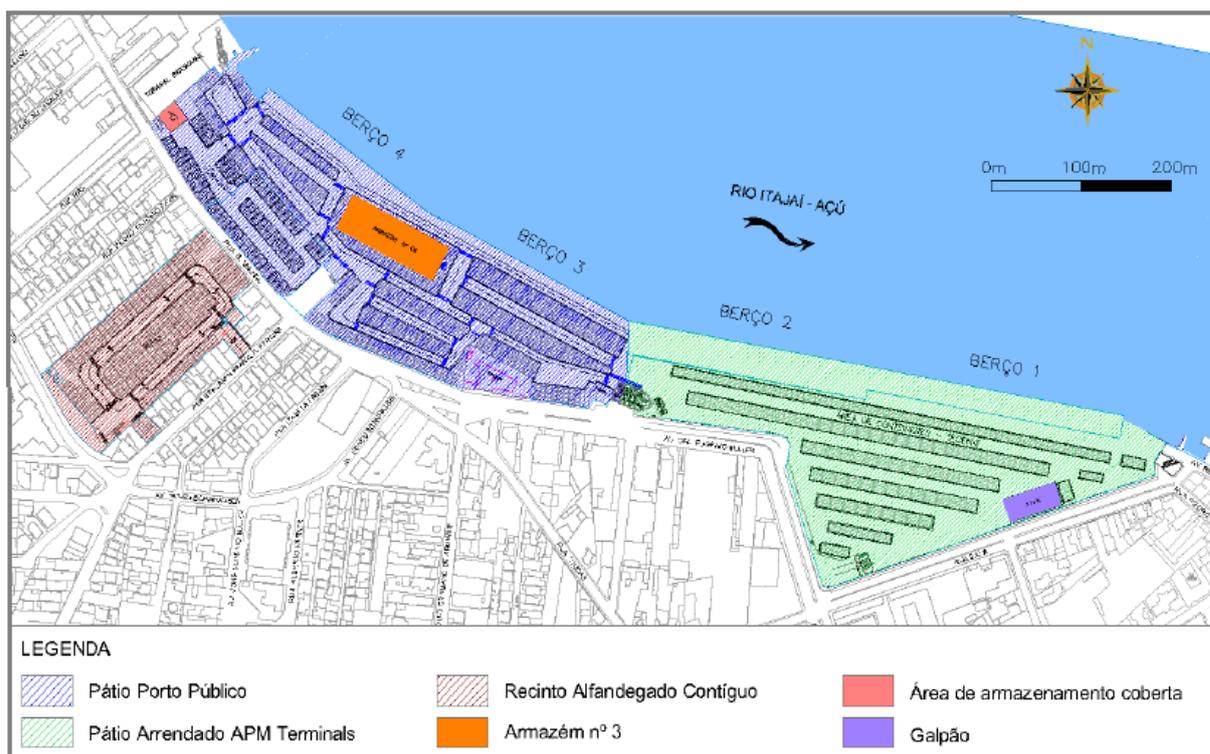
Figura 13: Georreferenciamento do porto em relação a cidade.



Fonte: Adaptado pelo Autor de Google Earth (2017).

De acordo com o Secretaria de Portos da Presidência da República *et al.* (2015) o porto de Itajaí apresenta como infraestrutura de acostagem quatro berços, sendo dois arrendados e outros dois públicos, e um píer turístico. Os berços 1 e 2 compõem os cais alugados à empresa APM Terminals, especializada em carga geral containerizada. O berço 1 possui 285 metros de comprimento, enquanto o berço 2 possui 272,3 metros de comprimento. Para o presente trabalho o enfoque foi dado a parte arrendada do porto, desatacada em verde na Figura 14.

Figura 14: Delimitação da área de estudo.



Fonte: Secretaria de Portos da Presidência da República *et al.* (2015)

Além do berço de atracação, a zona demarcada possui uma instalação de armazenagem. A instalação conta com 79.267 m² de pátio em pavimento intertravado para o recebimento de contêineres e arruamentos (via de circulação interna para exportação e importação – *dry* e *reefers*). Apresenta, ainda, um armazém em estrutura de concreto armado, com dimensão 60,4 m x 25,4 m, e área total de 1.534,16 m² destinada às cargas em geral, verificação de mercadorias pela Autoridade Aduaneira (Receita Federal) e para mercadorias apreendidas. É dotado de 796 tomadas para contêineres *reefers* (carga refrigerada).

Segundo o Porto de Itajaí – Autoridade Portuária (2010) o porto de Itajaí teve a sua origem na exportação de madeira (Araucária) produzida no planalto de Santa Catarina. Com o esgotamento das matas nativas a partir da década de 70 do século XX, a exportação de açúcar e carnes congeladas de frangos e suínos embarcando em navios convencionais surgiu como alternativa para o Porto, tomando o lugar da madeira. A migração plena para a containerização teve início somente após a crescente industrialização do estado catarinense, momento esse que marcou a inclusão de produtos de valor agregado.

Para realizar a movimentação das cargas de valor agregado, o cais em estudo conta com a presença de 2 guindastes sobre rodas do tipo *Mobile Harbor Crane* (MHC), com capacidade para 100 toneladas brutas e 2 portêineres (*Ship to Shore-STS*) pós-Panamax do tipo *twin-lift*. Já a retroárea realiza a movimentação interna do porto através do uso de empilhadeiras, o serviço é feito através de aproximadamente 15 *Reach Stackers*, 3 *Forklift Trucks* e mais de 30 caminhões *Terminal Tractor* (TT). Todos esses equipamentos são ilustrados nas Figuras 15 e 16 que se sucedem.

Figura 15: Guindaste *Mobile Harbor Crane* (1); Portêiner pós-Panamax (2).



Fonte: Autor (2017).

Figura 16: Empilhadeira *Reach Stacker* (3); *Forklift Truck* (4); caminhão TT (5).



Fonte: Autor (2017).

O Porto de Itajaí é um porto estuarino que além das estruturas de armazenagem e equipamentos de movimentação conta com obras de abrigo, molhes e espigões (SEP/PR *et al*, 2015). Os espigões têm como objetivo a regularização da largura do rio, enquanto os molhes têm como função a diminuição da incidência de ondas no canal. Já os enrocamentos destinam-se a proteção das áreas ao redor contra a ação da água.

Situados na margem norte do rio, há a presença de sete espigões, cujas larguras variam entre 120 metros e 140 metros. À respeito dos molhes, sua configuração é dada perpendicularmente e são posicionados paralelamente um ao outro, sendo o molhe sul mais proeminente que o molhe norte, provocando o transporte de sedimentos no sentido sul-norte e evitando assim a penetração de agitação marítima.

O molhe sul possui 800 metros de comprimento e é composto por aproximadamente 480 metros de tetrápodes na parte exposta ao mar e 200 metros de tetrápodes em sua parte interna. Já o molhe norte possui aproximadamente 1070 metros de comprimento e é formado apenas por blocos de rocha em sua parte externa. As declarações aqui feitas são comprovadas nas Figuras 17 e 18, representadas a seguir.

Figura 17: Obras de abrigo (mapa).



Fonte: Adaptado pelo Autor de Google Earth (2017).

Figura 18: Obras de abrigo (vista aérea).



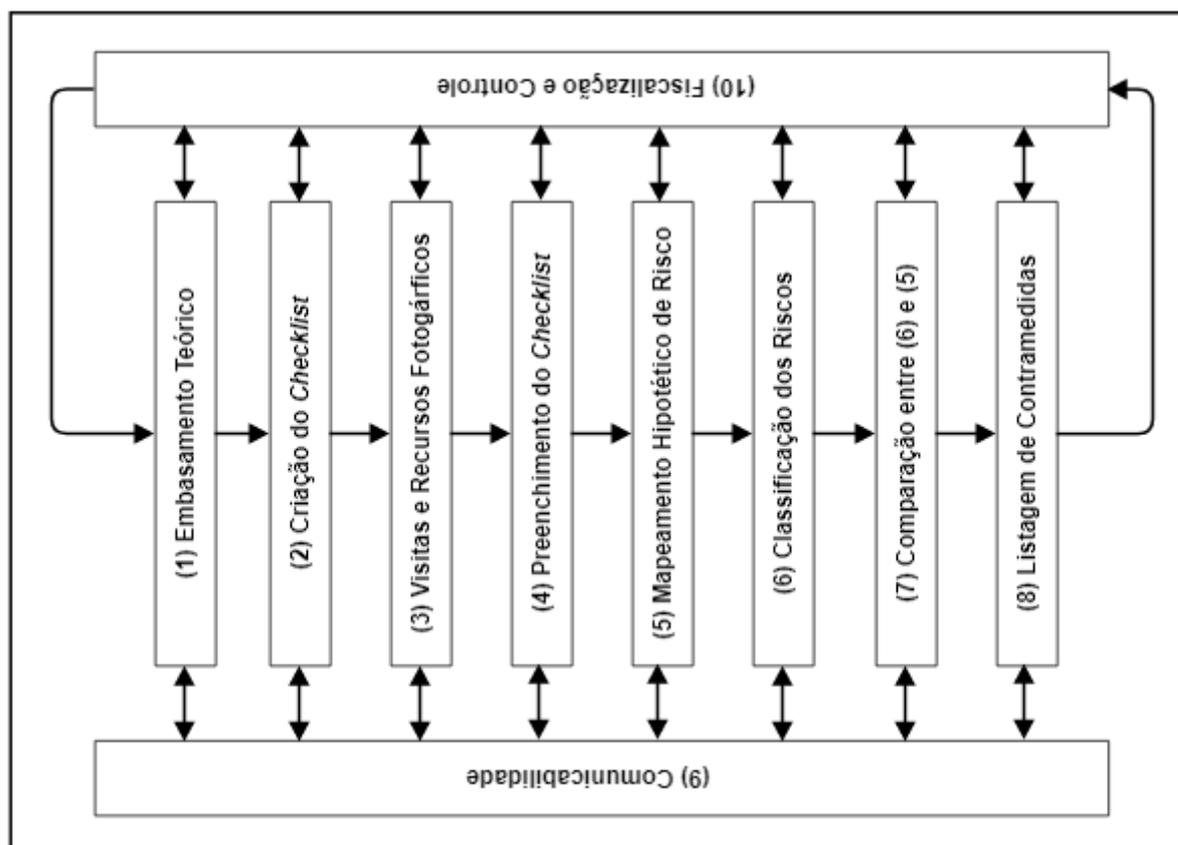
Fonte: Adaptado pelo Autor de Russo (2014).

3.2. Descrição do Processo

Na tese de doutorado, sobre o Modelo Conceitual para o Gerenciamento de Riscos à Segurança de Instalações Portuárias, Rosa (2015) preconizou um cuidado em relação a consecução de objetivos estratégicos de países e organização para com a proteção de infraestruturas críticas. Através da constatação de normas como o ISPS *Code* o governo brasileiro passou a exigir das instalações portuárias brasileiras a obrigatoriedade de estruturação de medidas protetivas para o atendimento de solicitações pactuadas com entidades internacionais, dentre as quais, o desenvolvimento de planos de análise de riscos à segurança como condição preponderante para a gestão da segurança de instalações portuárias.

Para o presente trabalho o fundamento foi estruturado em quatro fontes principais: a norma australiana e neozelandesa AS/NZS 4360:20046, as normas brasileiras ABNT NBR ISO 20858:2011 e ABNT NBR ISO 31000:2009 e o próprio Código Internacional para Proteção de Navios e Instalações Portuárias (ISPS *Code*). O gerenciamento de risco foi baseado no fluxograma da Tabela 1 definido pela norma ABNT NBR ISO 31000:2009. Com isso, neste trabalho, como consta na Figura 19, a metodologia de análise se resume nas seguintes etapas: 1 Embasamento em normas e em bibliografias; 2 Visitas ao porto; 3 Listagem dos ativos e suas prováveis ameaças; 3 Mapeamento do risco; 4 Seleção do risco a ser estudado; 5 Classificação do nível do risco mais crítico; 6 Classificação quanto a origem; 7 Levantamento das possíveis reações.

Figura 19: Processo de análise da gestão de risco.



Fonte: Autor (2017).

A partir do embasamento teórico, utilizou-se para compreensão do funcionamento do complexo portuário de Itajaí o Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ-2010) e o Plano Mestre (PM-2015), além de visitas que tiveram como objetivo o entendimento de forma mais clara sobre a logística do porto, bem como as aplicações das obras de abrigo, os equipamentos de movimentação e as estruturas de armazenagem em exercício.

Elencados os ativos presentes na zona de estudo, foi possível criar um *checklist*, como representado na Tabela 3. Com a realização de visitas a campo, com os registros fotográficos e com a disposição de documentos históricos iniciou-se o processo de preenchimento do *checklist*, identificando a presença ou não de possíveis vulnerabilidades para cada segmento (INF para infraestruturas portuárias; EQP para equipamentos de movimentação e OBR para obras de abrigo) e classificando as ameaças prováveis de acordo com a consequência (risco de acidente, econômico, ambiental e de imagem).

Tabela 3: *Checklist* das ameaças prováveis e classificação de acordo com a consequência.

Código	Ativo	Ameaças Prováveis (classificação de acordo com a consequência)
INF-A	Cais	
INF-B	Pátio	
INF-C	Galpão	
INF-D	Prédio de Entrada	
EQP-A	MHC	
EQP-B	SPS	
EQP-C	Reach Stackers	
EQP-D	Forklift Trucks	
EQP-E	Caminhão TT	
OBR-A	Molhe Norte	
OBR-B	Molhe Sul	
OBR-C	Enrocamento	
OBR-D	Espigões	

Fonte: Autor (2017).

É importante salientar que para a etapa de identificação de prováveis ameaças é imprescindível que o gestor em questão tenha conhecimento abrangente sobre o ambiente, pois essa etapa é crucial para um efetivo gerenciamento de riscos. Concluído o *checklist*, um mapeamento hipotético de riscos foi realizado, tomando em conta o zoneamento da área desejada.

Após a montagem do *checklist*, do mapeamento hipotético e do levantamento de riscos gerais presentes no porto, foi feita uma análise específica a respeito dos riscos com influência sobre o cais, considerada uma região crítica com ocorrências de acidentes. Esta análise baseou-se em informações da literatura e procedimentos ditados pelas normativas de análise de riscos.

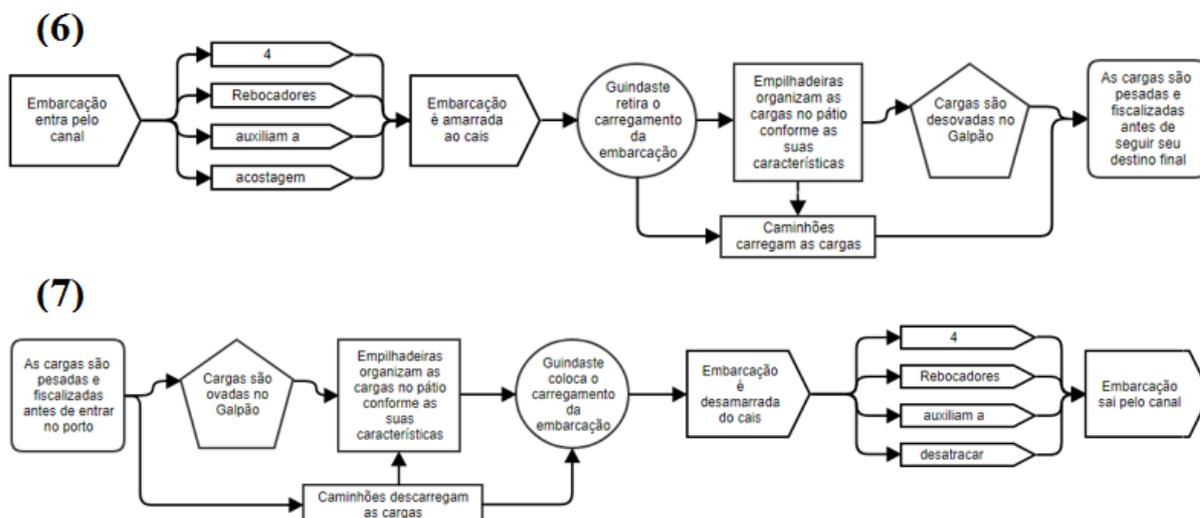
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição da segurança de forma geral pode ser apresentada por forças realizadas em quatro áreas de destaque, a se conhecer, a segurança de infraestruturas; a segurança das pessoas que transitam nos diferentes ambientes sob responsabilidade de uma organização; a segurança de suas informações; a segurança de seus desenvolvimentos críticos. Este capítulo disserta a respeito das visitas realizadas a fim de relatar os resultados, interpreta-los e por assim, determinar a condição de segurança do complexo portuário de Itajaí levando em conta as quatro dimensões de destaque.

4.1. Levantamento das Ameaças

As visitas iniciais tiveram como objetivo entender o funcionamento básico da organização portuária de Itajaí. Compreendendo as movimentações principais realizou-se um fluxograma, criado através da ferramenta online de geração de diagramas – *Gliffy*, levando em conta os deslocamentos terra-mar e mar-terra, conforme evidenciado na Figura 20 ilustrada a seguir.

Figura 20: Movimento de carga mar-terra (6); Movimento de carga terra-mar (7).



Fonte: Autor (2017).

Para a realização da etapa de reconhecimento, primeiro foi fundamentado o conhecimento através de relatos históricos sobre os casos envolvendo estruturas, pessoas e obras portuárias. Ao se posicionar em relação aos casos ocorridos, fez com que a percepção sobre a zona de estudo fosse estimulada a procurar os primeiros sinais de riscos. Quando a ameaça necessitava de um estudo mais detalhado ou quando a informação era tanta que digerir somente com a visita não era capaz, fez-se necessário o uso de fotografias.

Alguns registros fotográficos são dispostos para elucidar a aplicação dessa etapa, seguem-se adiante as figuras e suas respectivas representatividades: Figura 21 falta de escoamento da água no berço 1 e o estado referente ao trilho de translação do portêiner; Figura 22 aspecto de degradação na junta de dilatação, desgaste do pavimento de concreto e reparos quanto ao canal de escoamento nos berços; Figura 23 reforma preventiva quanto a constatação de movimento irregular da estrutura presente do berço 1; Figura 24 presença de rachadura da tampa de concreto que dá acesso ao canal de escoamento e adensamento do pavimento intertravado no pátio; Figura 25 parecer sobre a fratura da tampa metálica e do quadro de concreto sobre a sarjeta de escoamento e a reforma das mesmas; Figura 26 surgimento de fissuras transversais no pavimento intertravado presente no pátio e no pavimento rígido de concreto presente na balança do prédio de entrada; Figura 27 verificação de colisão e de corrosão na estrutura de defesa dos contêineres refrigerados; Figura 28

observação quanto a disposição irregular das cargas em relação a aplicação de forças originadas pelo vento; Figura 29 demonstração de adensamento do pavimento intertravado devido a carga imposta pelos contêineres dispostos pelo pátio.

Figura 21: Acúmulo de água no berço 1 (8); Estado do trilho utilizado para translação dos portêineres (9).



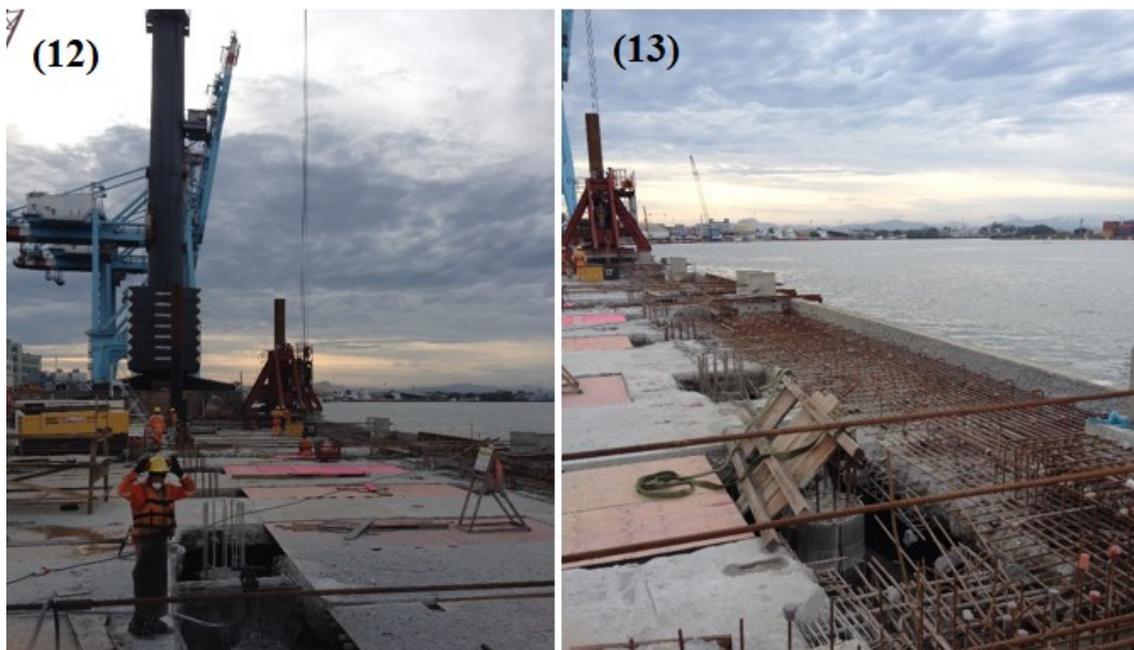
Fonte: Autor (2017).

Figura 22: Degradação na junta de dilatação e desgaste no pavimento de concreto (10); Reparo na valeta de escoamento (11).



Fonte: Autor (2017).

Figura 23: Reforma preventiva do berço 1. (12) (13)



Fonte: Autor (2017).

Figura 24: Rachadura na tampa de concreto (14); Adensamento do pavimento intertravado (15).



Fonte: Autor (2017).

Figura 25: Fratura da tampa metálica (16); Reforma do quadro em concreto (17).



Fonte: Autor (2017).

Figura 26: Fissura transversal pavimento intertravado (18); Fissura transversal pavimento rígido de concreto (19)



Fonte: Autor (2017).

Figura 27: Choque mecânico na estrutura dos reefers (20); Corrosão na estrutura metálica dos reefers (21).



Fonte: Autor (2017).

Figura 28: Distribuição irregular dos contêineres quanto a carga resultante do vento.



Fonte: Autor (2017).

Figura 29: Adensamento do pavimento intertravado devido a carga dos contêineres.



Fonte: Autor (2017).

O *checklist* é uma forma de documentar a existência de prováveis riscos em cada setor (INF-infraestrutura; EQP-equipamento e OBR-obras de abrigo) levando em consideração as consequências dos eventos (risco de acidente, econômico, ambiental e de imagem). O preenchimento do *checklist* foi dividido em dois momentos. O primeiro através do embasamento em casos já ocorridos e das visitas em campo. Enquanto o segundo foi realizado após o estudo detalhado das fotografias. O resultado do processo de listagem das prováveis ameaças tendo em conta a consequência se faz presente na Tabela 4.

Tabela 4: *Checklist* completo com as ameaças prováveis e a classificação de acordo com a consequência.

Código	Ativo	Ameaças Prováveis (classificação de acordo com a consequência)
INF-A	Cais	<p>R1 – assoreamento por causa dos sedimentos presentes no rio (risco ambiental)</p> <p>R2 – colisão embarcação-cais ou sedimento-cais (risco de acidente)</p> <p>R3 – corrosão do trilho aplicado pelo guindaste devido a agressividade do ambiente (risco econômico)</p> <p>R4 – desgaste da fundação devido as turbinas das embarcações (risco de acidente)</p> <p>R5 – elevação do nível do rio acima do cais (risco ambiental)</p> <p>R6 – enchente no rio Itajaí-Açú (risco econômico)</p> <p>R7 – fadiga da pavimentação por causa da oscilação de carregamento (risco econômico)</p> <p>R8 – falta de documento quanto a configuração da estrutura (risco de acidente)</p> <p>R9 – falta de escoamento da água nos trilhos dos guindastes (risco econômico)</p> <p>R10 – fissuras na pavimentação por razão do deslocamento dos blocos ou sobrecarga (risco econômico)</p> <p>R11 – má execução da reforma (risco de acidente)</p> <p>R13 – não preocupação em se prever comportamento indesejável das estruturas (risco de acidente)</p> <p>R14 – necessidade de manutenção (risco econômico)</p> <p>R15 – recalque estrutural pelo uso indevido do berço como armazenagem de carga (risco econômico)</p> <p>R16 – subdimensionamento da estrutura (risco de acidente)</p> <p>R17 – superdimensionamento da estrutura (risco econômico)</p>
INF-B	Pátio	<p>R18 – acesso de pessoas não autorizadas (risco de acidente)</p> <p>R19 – alteração da estrutura do container por causa da sobreposição de containers (risco econômico)</p> <p>R20 – colisão veículo-estrutura que comporta os containers <i>reefer</i> (risco de acidente)</p>

		<p>R21 – corrosão da estrutura metálica na área dos containers <i>reefer</i> (risco econômico)</p> <p>R22 – disposição incorreta dos containers levando em conta a carga de vento (risco de acidente)</p> <p>R23 – entrada facilitada na área de cargas nocivas (risco de acidente)</p> <p>R24 – falta de escoamento da água (risco econômico)</p> <p>R25 – falta de sinalização para pedestres e veículos (risco de acidente)</p> <p>R26 – má organização e utilização do pátio (risco econômico)</p> <p>R27 – queda de energia nas estruturas que alimentam o containers refrigerados (risco econômico)</p> <p>R28 – rebaixamento do pavimento intertravado devido a sobrecarga (risco econômico)</p> <p>R29 – ruptura das tampas de bueiro por causa da oscilação de carregamento (risco econômico)</p>
INF-C	Galpão	<p>R30 – acesso de pessoas não autorizadas (risco de acidente)</p> <p>R31 – cargas ilegais na ova de containers (risco de imagem)</p> <p>R32 – danificação das cargas devido ao manuseio errado (risco de imagem)</p> <p>R33 – extravio de carga (risco de imagem)</p> <p>R34 – oxidação da estrutura do galpão por conta da alta agressividade do ambiente (risco de acidente)</p> <p>R35 – preenchimento do container com as cargas trocadas (risco de imagem)</p> <p>R36 – tombamento das estantes que comportam as cargas (risco econômico)</p>
INF-D	Prédio de entrada	<p>R37 – acesso de pessoas não autorizadas (risco de acidente)</p> <p>R38 – colisão veículo-pedestre no acesso ao porto (risco de acidente)</p> <p>R39 – entrada de container travado ao caminhão (risco de acidente)</p> <p>R40 – entrada e saída de cargas impróprias (risco de imagem)</p> <p>R41 – entrada e saída de cargas perigosas sem identificação (risco de acidente)</p> <p>R42 – recalque estrutural pela oscilação de cargas (risco econômico)</p>
EQP-A	MHC	<p>R43 – abaixamento ou levantamento inesperado da lança (risco de acidente)</p> <p>R44 – ação do vento sobre os cabos (risco de acidente)</p> <p>R45 – baixa produtividade do equipamento (risco econômico)</p> <p>R46 – carga acima do peso que o guindaste é projetado para suportar (risco de acidente)</p> <p>R47 – distância entre guindaste e carga acima do projetado ocasionando elevado momento (risco de acidente)</p> <p>R48 – falha dos sistemas de segurança (risco de acidente)</p> <p>R49 – má funcionamento do dispositivo <i>spreader</i> (risco de acidente)</p> <p>R50 – movimentação indevida do guindaste ao suspender o carregamento (risco de acidente)</p> <p>R51 – movimento incorreto do corpo de giro (risco de acidente)</p> <p>R52 – operador sem capacitação (risco de acidente)</p> <p>R53 – oxidação da treliça metálica (risco de acidente)</p> <p>R54 – rompimento dos cabos que suportam as cargas (risco de acidente)</p> <p>R55 – travamento das roldanas (risco de acidente)</p>

		R56 – travamento inexato do mecanismo <i>twist lock</i> (risco de acidente)
EQP-B	Portêiner	<p>R57 – adversidade no <i>hoist</i> impedindo a elevação das cargas (risco econômico)</p> <p>R58 – atendimento de navio diferente no tipo e/ou no tamanho do projetado (risco de acidente)</p> <p>R59 – baixa produtividade do equipamento (risco econômico)</p> <p>R60 – bloqueio do <i>trolley</i> inibindo o movimento no sentido terra-mar e vice versa (risco econômico)</p> <p>R61 – carga acima do peso que o guindaste é projetado para suportar (risco de acidente)</p> <p>R62 – má funcionamento do dispositivo <i>spreader</i> (risco de acidente)</p> <p>R63 – má funcionamento dos motores hidráulicos prejudicando a translação (risco econômico)</p> <p>R64 – operador sem capacitação (risco de acidente)</p> <p>R65 – oxidação e desgaste dos trilhos (risco econômico)</p> <p>R66 – rompimento dos cabos que suportam as cargas (risco de acidente)</p> <p>R67 – travamento das roldanas (risco de acidente)</p>
EQP-C	Reach Stackers	<p>R68 – baixa produtividade do equipamento (risco econômico)</p> <p>R69 – carga acima do peso que o equipamento é projetado para suportar (risco de acidente)</p> <p>R70 – colisão veículo-pedestre ou veículo-estrutura (risco de acidente)</p> <p>R71 – levantamento de container travado ao caminhão (risco de acidente)</p> <p>R72 – má funcionamento do dispositivo <i>spreader</i> (risco de acidente)</p> <p>R73 – operador sem capacitação (risco de acidente)</p>
EQP-D	Forklift Trucks	<p>R74 – baixa produtividade do equipamento (risco econômico)</p> <p>R75 – tombamento do veículo devido ao carregamento acima do projetado ou aos obstáculos presentes na instalação (risco de acidente)</p> <p>R75 – colisão veículo-pedestre ou veículo-estrutura (risco de acidente)</p> <p>R76 – operador sem capacitação (risco de acidente)</p>
EQP-E	Caminhão TT	<p>R77 – baixa produtividade do equipamento (risco econômico)</p> <p>R78 – carga acima do peso que o equipamento é projetado para suportar (risco de acidente)</p> <p>R79 – colisão veículo-pedestre ou veículo-estrutura (risco de acidente)</p> <p>R80 – levantamento do caminhão devido ao travamento feito ao contêiner (risco de acidente)</p> <p>R81 – operador sem capacitação (risco de acidente)</p>
OBR-A	Molhes Sul/Norte	<p>R82 – acúmulo de sedimentos diminuindo a profundidade de calado (risco ambiental)</p> <p>R83 – altura significativa da onda maior do que o molhe consegue suportar (risco de acidente)</p> <p>R84 – assentamento da estrutura (risco de acidente)</p> <p>R85 – colisão embarcação-molhe ou sedimento-molhe (risco de acidente)</p> <p>R86 – degradação da cabeça do molhe (risco econômico)</p> <p>R87 – deslocamento ou fratura dos blocos ou tetrápodes (risco de acidente)</p> <p>R88 – deterioração do manto de proteção (risco de acidente)</p> <p>R89 – dificuldade de monitoramento da parte imersa (risco de acidente)</p>

		<p>R90 – dimensionamento da estrutura não levando em conta a zona mais crítica (risco de acidente)</p> <p>R91 – elevação do nível do mar acima do molhe (risco ambiental)</p> <p>R92 – fluidificação da fundação (risco de acidente)</p> <p>R93 – inclinação do muro de cortina (risco de acidente)</p> <p>R94 – má ou falta de sinalização (risco de acidente)</p>
OBR-C	Enrocamentos	<p>R95 – acúmulo de sedimentos diminuindo a profundidade de calado (risco ambiental)</p> <p>R96 – assentamento da estrutura (risco de acidente)</p> <p>R97 – colisão embarcação-enrocamento ou sedimento-enrocamento (risco de acidente)</p> <p>R98 – degradação da cabeça do enrocamento (risco econômico)</p> <p>R99 – dificuldade de monitoramento da parte imersa (risco de acidente)</p> <p>R100 – elevação do nível do rio acima do enrocamento (risco ambiental)</p> <p>R101 – fluidificação da fundação (risco econômico)</p> <p>R102 – má ou falta de sinalização (risco de acidente)</p>
OBR-D	Espigões	<p>R103 – acúmulo de sedimentos diminuindo a profundidade de calado (risco ambiental)</p> <p>R104 – assentamento da estrutura (risco de acidente)</p> <p>R105 – colisão embarcação-espigão ou sedimento-espigão (risco de acidente)</p> <p>R106 – degradação da cabeça do espigão (risco econômico)</p> <p>R107 – dificuldade de monitoramento da parte imersa (risco de acidente)</p> <p>R108 – elevação do nível do rio acima do espigão (risco ambiental)</p> <p>R109 – fluidificação da fundação (risco econômico)</p> <p>R110 – má ou falta de sinalização (risco de acidente)</p>

Fonte: Autor (2017).

Os riscos referentes a infraestrutura (INF) foram listados a partir da própria visita nessas áreas. O destaque aqui não se deu ao estudo através de cálculos matemáticos para quantificar as cargas suportada *versus* carga atuante, mas sim ao próprio prognóstico visual. Cada área de estudo teve seu caso de proeminência, como por exemplo: Cais - enchente do rio Itajaí-Açú causando assoreamento das estruturas e prejudicando economicamente a organização do porto, como os casos ocorridos em 2008 e 2011 (**R6**); Pátio - adensamento do pavimento intertravado pela aplicação de elevadas cargas necessitando de constantes reparos (**R28**); Galpão - preenchimento de contêineres com cargas ilegais, como o caso relatado na mídia sobre o tráfico internacional de cocaína nos portos catarinenses (**R31**); Prédio de entrada - acesso de pessoas não autorizadas colocando em risco a vida de quem adentra no porto e de quem ali está (**R37**).

Para os equipamentos de movimentação interna foi realizado, quase que totalmente, através de documentos descritivos sobre os mesmos. Por exemplo o uso do artigo: Equipamentos Portuários de Movimentação de Contêineres: Portêiner e Guindaste Móvel sobre Pneus (2016). Esse documento permitiu a ampliação do conhecimento mecânico sobre os equipamentos utilizados especificamente nas instalações portuárias, destacando-se: *Mobile Harbor Crane* (MHC) - funcionamento incorreto do dispositivo *spreader* que faz o esforço de travamento ao manipular o contêiner, podendo ocasionar acidentes (**R49**); Portêiner - defeito nos motores hidráulicos impossibilitando o equipamento se transladar, gerando gastos relativos ao reparos necessários e ao travamento do setor (**R63**). Quanto aos equipamentos de menores proporções foi estudado conforme as situações encontradas durante a visita, destacando-se: *Reach Stackers* - a má sinalização somada a imprudência de alguns motoristas podem ocasionar acidentes envolvendo esse equipamento e terceiros (**R70**); *Forklift Trucks* - o tombamento devido ao carregamento elevado ou aos obstáculos distribuídos pela instalação sendo capaz de acontecer acidentes (**R75**); Caminhão *Terminal Tractor* (TT) – erguimento mútuo do caminhão e do contêiner devido ao travamento entre eles estar em uso colocando em risco a vida do motorista e de pessoas que estão dentro da área de influência (**R80**).

Já a visita às obras de abrigo presente na organização portuária de Itajaí é um pouco mais complexa, não pelo aceso, já que é aberto ao pública, e sim pela dificuldade de visualização da infraestrutura presente e da interação dessa com o meio. Assim, para as obras utilizou-se o arquivo técnico Observação e Comportamento de Molhes (2015), tendo como enfoque o aspecto estrutural e suas influências, por exemplo: Molhes sul/norte - degradação do manto que protege a estrutura dos molhes, provocando o desabamento total (**R88**); Enrocamento - desgaste da cabeça do enrocamento, podendo ocasionar a ruptura parcial da estrutura (**98**); Espigões - fluidificação da fundação pela presença de correntes, ondas e marés, originando a ruptura do arranjo (**109**).

Para o segmento da listagem de ameaças prováveis é significativo o conhecimento que o gestor possui sobre a área de estudo. Pois, o desempenho efetivo do gerenciamento de riscos depende diretamente do domínio do gestor e o quanto ele consegue absorver disso. Outro ponto importante é que a consequência de um evento pode ter focos divergentes, ou seja, um risco não possui somente uma consequência,

ele pode abranger mútuas formas. Depende novamente do gestor elencar qual a consequência que ele considera mais relevante.

Listados os incidentes potenciais de danos, deu-se início a etapa de mapeamento hipotético dos mesmos. Para tanto, foi utilizado como segmentos de classificação, quatro seções para os tipos de ameaças de acordo com a consequência (de acidente, econômico, ambiental e de imagem) e quatro níveis para a agressividade (extremo, alto, moderado e baixo), conforme o resultado estipulado no mapa de risco presente na Figura 30. Vale ressaltar que o esquema tem embasamento no conhecimento de cada indivíduo (subjeto) e sua aplicação serve para estudos iniciais. Entretanto, para o uso mais elaborado do mapa de risco, necessitaria de uma classificação bem detalhada para cada risco encontrado.

Figura 30: Mapa de risco hipotético.



Fonte: Autor (2017).

Através do *checklist* e do mapeamento é possível identificar que o risco econômico e o de acidente estão presentes em todas as áreas, enquanto esse varia entre nível baixo a extremo e vincula-se a necessidade de reparos parciais e completos ou até mesmo aquisição ou construção de novos equipamentos e estruturas; este alterna no intervalo de baixo a alto e está associado a lesões físicas envolvendo o ser humano.

O risco ambiental e o de imagem estão presentes em pontos específicos. O ambiental deve-se a presença da água, elemento imprescindível para o transporte e que se não trabalhado corretamente possui elevado poder de dano. Já a ameaça de

imagem está ligada diretamente a manipulação das cargas, envolvendo desde cargas ilícitas até extravio das mesmas.

4.2. Avaliação do Risco

Para exemplificar o uso da análise de risco o autor decidiu destacar a ameaça estipulada como sendo a mais crítica. Pois colocando foco em um exemplo apenas, foi possível aplicar detalhadamente a classificação levando em conta variáveis como probabilidade, consequência e origem. Com isso, de acordo com as necessidades do porto, priorizou-se os riscos presentes no cais, justificado pelos dados históricos desfavoráveis e pelo alto valor que a plataforma de embarque e desembarque representa sobre a instalação portuária.

4.2.1. Definição da matriz de risco

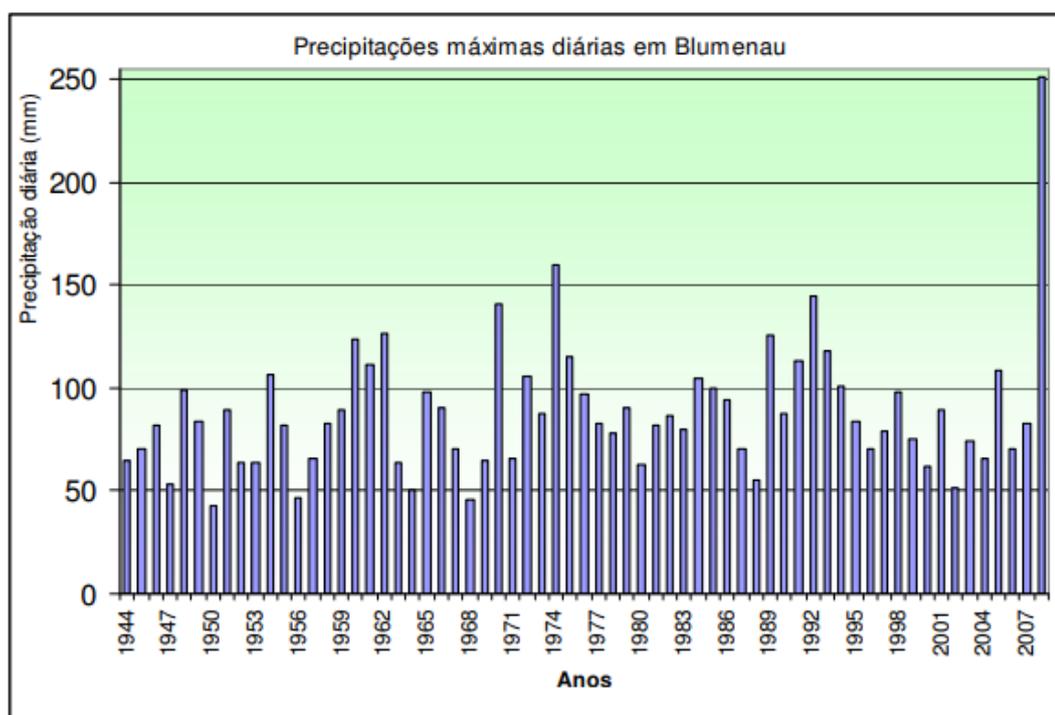
Estabelecida a área de estudo, optou-se pelo estudo do risco econômico, já que a união teve gastos relativamente consideráveis para a recuperação do cais na última década.

Definido o risco econômico, iniciou-se o processo de classificação para os eventos que correlacionassem altos índices pluviométricos e erosão relativa às estruturas presentes no cais do porto de Itajaí. Para o processo de avaliação do risco econômico, o embasamento foi dividido em três etapas. A primeira destinou-se a determinar a probabilidade de ocorrência do evento (chuvas máximas) através do estudo realizado por Cordero *et al.* (2009). Os dados contabilizados desde 1944, usados pelos pesquisadores, representam a série dos índices pluviométricos máximos para a cidade de Blumenau.

A análise das chuvas serviu para criar uma base de quando se teria níveis elevados de água que poderiam colocar em risco a estrutura portuária. Assim, o uso do estudo aplicado a Blumenau como critério de classificação foi utilizado como noção básica, justificando-se essa tomada de decisão já que a cidade pertence ao Vale do Itajaí e é banhada pelo mesmo rio, Itajaí-Açú. Sofrendo com isso, probabilidades de retorno de chuva máxima muito similares às encontradas no porto pertencente a Itajaí.

Para a análise empregada a Blumenau, os pesquisadores utilizaram como banco de referência a série de dados diários de precipitações acumuladas de 24 em 24 horas no espaço tempo de 1944 a 2008, como demonstra o gráfico da Tabela 5. De 1944 a 2007, a variável máxima medida para a precipitação diária foi de 159,5 mm. Valor esse muito abaixo do relatado em 2008, onde a leitura da precipitação diária foi de 250,9 mm, demonstrando que este foi um evento atípico.

Tabela 5: Série das precipitações máximas diárias registradas em Blumenau.



Fonte: Cordero *et al.* (2009).

Segundo Cordero *et al.* (2009) para um dado espaço-tempo, a precipitação máxima provável representa, conforme as leis da física, um período plausível de acontecer sobre uma determinada região. Geralmente, pela realidade em que os projetos hidráulicos se situam, orçamento mínimo, somado a presença de falha na execução, necessita-se de efetivas previsões hidrológicas, como por exemplo o estudo de precipitações ou vazões máximas levando em consideração a região analisada

Com a disposição dos dados necessários, os pesquisadores conseguiram calcular a variável reduzida e reproduzir uma distribuição de Gumbel para as chuvas medidas ao longo dos tempos. Assim, foi possível determinar por esse método o

período de retorno para o evento com chuvas iguais ou superiores a 250,9 mm. Como demonstrado na Tabela 6, o período previsto para que um evento como o de 2008 ocorra novamente na região de Blumenau é de 1000 anos.

Tabela 6: Precipitações máximas e períodos de retornos para Blumenau.

Período de Retorno	Gumbel	
	Variável reduzida	Precipitação
T(anos)	y	P (mm)
5	1,50	112,5
10	2,25	131,8
25	3,20	156,0
50	3,90	174,0
100	4,60	191,9
200	5,30	209,7
320	5,77	221,8
500	6,21	233,2
1000	6,91	250,9

Fonte: Cordero *et al.* (2009).

Estabelecido o período de retorno é possível utilizar a escala qualitativa para classificar o evento de acordo com a probabilidade de ele acontecer novamente. Assim, através da tabela comparativa, Tabela 7, definiu-se a classe em que se encontra a probabilidade (E-improvável).

Tabela 7: Escala completa para medir a probabilidade.

Nível	Descrição	Frequência
A	Frequente	Tempo de retorno de 05 anos
B	Provável	Tempo de retorno de 25 anos
C	Ocasional	Tempo de retorno de 100 anos
D	Remota	Tempo de retorno de 500 anos
E	Improvável	Tempo de retorno de 1000 anos

Fonte: Adaptado pelo Autor de AS/NZS 4360 (2004).

A segunda etapa foi destinada a definir a classe em que se encontra a consequência do evento destacado, levando em conta o prejuízo financeiro atribuído ao reparo do mesmo. Para isso, fundamentou-se no relatório elaborado pelo Tribunal de Contas da União (2009). O objeto do relatório compreende a obras emergenciais de reconstrução dos berços 1 e 2 e da retroárea do Porto de Itajaí/SC e da dragagem

emergencial dos canais interno e externo e da bacia de evolução do referido porto causadas pela enchente de 2008.

Como resultado da precipitação anormal ocorrida, a cidade de Itajaí foi inundada pelo Rio Itajaí-Mirim. A força das águas do Rio Itajaí-Açu, por sua vez, destruiu o Berço 1 e parte do Berço 2 do Porto de Itajaí e causou o assoreamento do canal de acesso ao porto, fazendo com que somente embarcações de pequeno calado pudessem operar no local até que fosse realizada a dragagem emergencial.

Em 26/11/2008, por meio da Medida Provisória 448, foi aberto um crédito extraordinário no valor de R\$ 1.600.000.000,00 para atender o Estado de Santa Catarina, dos quais R\$ 350.000.000,00 foram destinados a reconstrução emergencial completa do porto de Itajaí. Estima-se que entre os R\$ 350.000.000,00 disponíveis pelo governo, R\$ 145.000.000,00 foram empregues somente na reestruturação dos berços 1 e 2. Somado ao fato de que a recuperação dos berços demorou mais que 30 dias, foi possível determinar através da tabela a classe em que a consequência se encontra (5-catastrófico), conforme segue-se na Tabela 8.

Tabela 8: Escala completa para medir a consequência.

Nível	Descrição	Consequência Econômica
1	Insignificante	< 10.000 unidades monetárias; de reposição imediata; não impactante nas atividades de negócios.
2	Menor	Entre 10.000 e 100.000 unidades monetárias; de fácil reposição entre 24h; baixo impacto na atividade de negócio.
3	Moderado	Entre 100.000 e 1.000.000 unidades monetárias; de fácil reposição entre 48h-72h; operação da atividade de negócio com dificuldade.
4	Maior	Entre 1.000.000 e 100.000.000 de unidades monetárias; de difícil reposição em 7 dias; interrupção da atividade de negócios até a sua reposição ou reparação; estratégico para a atividade.
5	Catastrófico	> 100 milhões de unidades monetárias; de difícil substituição em prazo inferior a 30 dias atividade de negócio; estratégico para a atividade.

Fonte: Adaptado pelo Autor de AS/NZS 4360 (2004).

O valor utilizado para a reforma do porto de Itajaí por si só não consegue mostrar a imensidão que o impacto desse evento teve sobre a organização. Conforme a Tabela 9 é possível notar, do ano de 2008 para 2009, a queda de movimentação de quase 1.000.000 de toneladas de contêineres transacionados. O período de parada para a reconstrução fez com que o porto de Itajaí perdesse uma parcela considerável de frotas para o porto vizinho, de Navegantes. Essa consequência atingiu diretamente

a cidade de Itajaí, já que a atividade portuária é o seu principal polo econômico, evidenciando assim, o uso correto à classificação da consequência como catastrófica.

Tabela 9: Evolução da movimentação de cargas em toneladas no complexo portuário de Itajaí.

Porto de Itajaí (Cais Público + Teconvi)			Outros Terminais			Total Geral		
Ano	Exportação	Importação	Total	Ano	Exportação		Importação	Total
2000	1.451.672	612.329	2.064.001	2000	172.368	95.457	267.825	2.331.826
2001	2.090.012	614.951	2.704.963	2001	182.309	87.822	270.131	2.975.094
2002	2.784.492	818.240	3.602.732	2002	269.719	86.970	356.689	3.959.421
2003	3.410.845	940.322	4.351.167	2003	232.960	74.009	306.969	4.658.136
2004	4.206.988	1.173.147	5.380.135	2004	267.980	65.828	333.808	5.713.943
2005	4.763.280	1.372.278	6.135.558	2005	337.520	71.794	409.314	6.544.872
2006	4.809.213	1.638.359	6.447.572	2006	252.819	228.073	480.892	6.928.464
2007	4.608.537	1.929.416	6.537.953	2007	311.553	460.378	771.931	7.309.884
2008	2.785.244	1.946.363	4.731.607	2008	1.567.683	709.331	2.277.014	7.008.621
2009	1.048.192	703.575	1.751.767	2009	2.546.074	1.765.311	4.311.385	6.063.152

Fonte: Porto de Itajaí – Autoridade Portuária (2010).

Definidos os critérios utilizados e estabelecidos a partir disso a probabilidade do evento ocorrer e as suas consequências, iniciou-se o terceiro momento de avaliação. Para tanto, foi identificado com base na matriz de risco, desenvolvida para esse caso, que o risco econômico presente no cais portuário de Itajaí, em relação a probabilidade de acontecer eventos como o ocorrido em 2008, é de grau alto (A), demonstrado na matriz da Tabela 10. Se comparado ao mapa de risco hipotético, onde inicialmente o risco foi estipulado como extremo, é possível identificar uma pequena divergência entre as classificações. Isso se justifica ao fato de que a classificação direta e subjetiva depende muito do conhecimento e da experiência que o responsável possui, pois ele precisa estar com os critérios conscientemente muito bem estabelecidos, para que não ocorra uma minimização ou maximização do risco.

Tabela 10: Matriz completa de risco (consequências x probabilidade).

Consequências

Probabilidade	Insignificante (1)	Menor (2)	Moderado (3)	Maior (4)	Catastrófico (5)
Frequente (A)	A	A	E	E	E
Provável (B)	M	A	A	E	E
Ocasional (C)	B	M	A	E	E
Remota (D)	B	B	M	A	E
Improvável (E)	B	B	M	A	A

Fonte: Adaptado pelo Autor de AS/NZS 4360 (2004).

4.2.2. Estudo de contramedidas

O risco de ocorrer erosão no cais portuário de Itajaí em relação ao alto índice pluviométrico é classificado de acordo com as variáveis: probabilidade de recorrência – risco improvável (E); consequência econômica – risco catastrófico (5); matriz probabilidade por consequência – risco alto (A). Utilizando essas informações como entrada, definiu-se baseadas no quadro esquematizado da Tabela 11.

Tabela 11: Escala para definir a aceitabilidade.

Risco	Aceitabilidade
E – Extremo	Inaceitável - requer ação corretiva imediata
A – Alto	Inaceitável – requer ação corretiva imediata com uma atenção específica da direção
M – Moderado	Inaceitável – requer monitoramento, ações de mitigação e revisão dos controles pelo gerente Aceitável – requer a revisão e a autorização do gerente
B – Baixo	Aceitável – requer procedimentos de rotina

Fonte: Fonte: Adaptado pelo Autor de AS/NZS 4360 (2004).

Com base na aceitabilidade, o risco foi identificado como inaceitável. Assim necessitando de ações corretivas imediatas com uma atenção específica por parte dos diretores da instituição. Para que isso ocorra efetivamente, necessita-se haver uma comunicabilidade direta entre os gestores e a organização. Determinada a diretriz de ação é preciso listar as prováveis ações corretivas a serem tomadas e para tal, é necessário conhecer a origem do problema. No caso do risco econômico sobre o cais portuário de Itajaí, a raiz deve-se as adversidades naturais – risco natural. A erosão causada pelo rio Itajaí-Açú depende diretamente do nível de água e da correnteza disposta, os quais proveem da disposição da chuva (índice pluviométrico). Chuvas

intensas têm como consequência, o crescimento do fluxo no sentido rio-mar, a velocidade é tanta que a força gerada é suficiente para arrastar os elementos presentes na fundação das plataformas e, por conseguinte, ocasionando o arrasamento estrutural dos berços 1 e 2 (atualmente denominados 2 e 3 respectivamente), o desastre está ilustrado na Figura 31 e a sua reforma na Figura 32.

Figura 31: Desastre no porto de Itajaí em 2008.



Fonte: Russo (2014).

Figura 32: Reforma do berço 2.

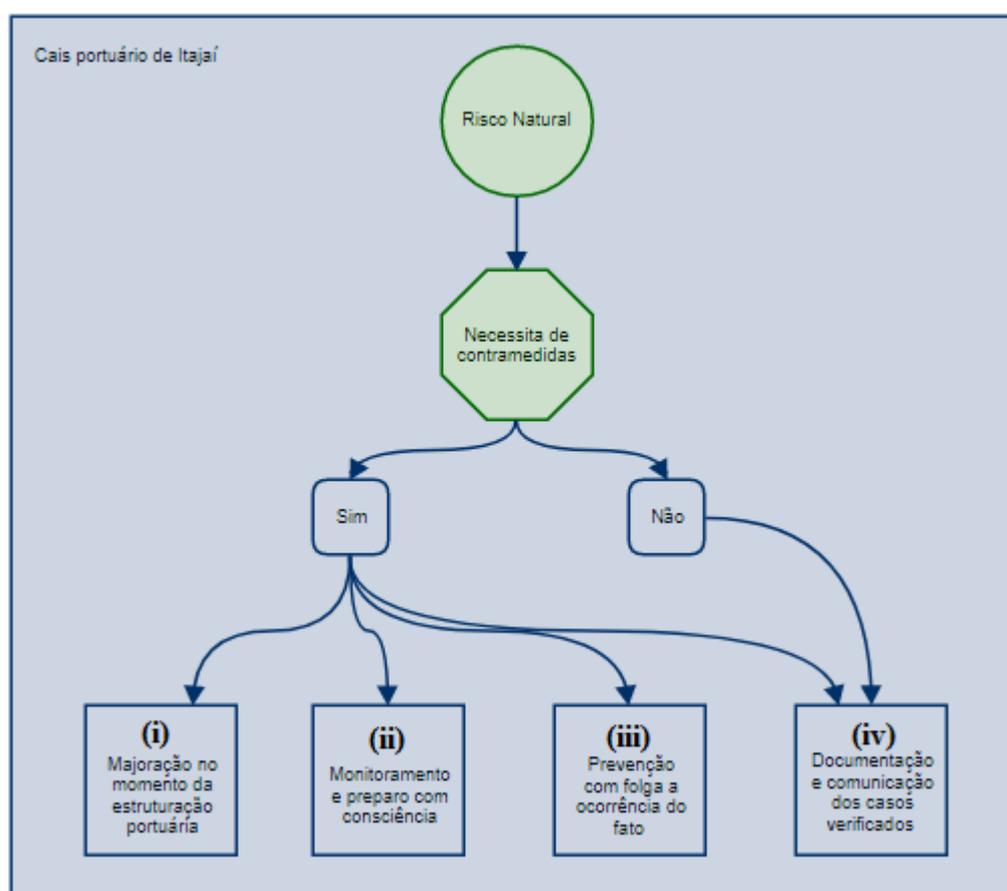


Fonte: Russo (2014).

Identificado a origem do problema adquiriu-se conhecimento suficiente para iniciar o processo de resposta. O risco de origem natural possui características cíclicas que podem ser previstas através de distribuições comparativas da chuva, possui como maior consequência a erosão dos sedimentos presentes nas fundações das estruturas estuarinas. Para responder a esse risco, pode-se utilizar 3 tipos básicos de contramedidas: (i) a previsão, (ii) o monitoramento e (iii) a majoração. (i) A previsão está ligada com o fato de se coletar informações meteorológicas diariamente através de estações pluviométricas para se estabelecer ao longo do tempo a distribuição dos dados captados, possibilitando utilizar a distribuição proposta por Gumbel para a determinação do retorno das chuvas máximas. (ii) O monitoramento pode ser feito através de levantamentos topográficos das plataformas de embarque e desembarque. Permitindo com isso, realizar um georreferenciamento periódico para se entender como está se comportando a estrutura com os esforços solicitantes. (iii) A majoração surge como uma opção de escape. Dimensionar utilizando esses coeficientes quer dizer que além da carga necessária em condições normais, o arranjo consegue suportar um esforço a mais do que ele geralmente iria precisar.

De acordo com o fluxograma de resposta, feito com o uso da ferramenta *Gliffy*, presente na Tabela 12, é possível identificar além das três etapas de resposta, uma quarta opção: (iv) a documentação. Essa ação serve para relatar tudo aquilo que foi sucedido, para servir de base aos eventos futuros. Resumidamente, a entrada do fluxograma se dá pelo risco e sua origem, uma pergunta é gerada – há a necessidade de contramedidas? Se a resposta for sim, o processo pode ser continuado pelas opções (i), (ii), (iii) e (iv). Já se a resposta for não, o fluxo segue caminho pela opção (iv), arquivando e finalizando a etapa de contramedidas.

Tabela 12: Fluxograma das contramedidas.



Fonte: Autor (2017).

5. Conclusões

Conforme a *Central Intelligence Agency (CIA)* em sua “lista das extensões litorâneas dos países” (2008) a costa litorânea brasileira dispõe de 7.491 quilômetros de extensão, classificando-a como a 16^a maior costa litorânea do mundo. É possível notar que o país dispõe de um grande potencial quanto a movimentação de cargas por vias marítimas. Para fazer a conexão terra-mar o país necessita de instalações portuárias como obras de abrigo, de acostagem e de armazenagem, e equipamentos para movimentação interna, estruturas essas que funcionem com eficiência e segurança.

Neste trabalho se fez uso da avaliação de riscos aplicada à engenharia de infraestrutura portuária de Itajaí – SC. A avaliação foi feita pelo processo de gestão de risco baseado na norma internacional AS/NZS 4360:2004 e nas normas nacionais ABNT NBR ISO 20858:2011 e ABNT NBR ISO 31000:2009.

Para o estudo foram necessárias visitas técnicas à instalação portuária. Com o uso de relatos históricos e fotográficos conseguiu-se criar um *checklist* específico para cada ativo estudado, levando em conta elementos como estruturas e equipamentos. Quanto a identificação dos riscos destacam-se os assoreamentos estruturais na plataforma de embarque e desembarque (cais), o adensamento dos pavimentos intertravados presentes no pátio, a disposição incorreta dos contêineres, não levando em conta a pilhagem para quebra dos esforços realizados pelo vento e o escoamento incorreto ou inexistente das águas espalhados pelas instalações.

Em relação a avaliação do risco, foi selecionado o mais crítico para essa etapa, o risco presente no cais. Para tal classificação utilizou-se, como critério para a probabilidade, o período de retorno de chuvas como a ocorrida no evento de 2008 (250,9 mm), constatando um período milenar para uma nova ocorrência. Para a consequência foi empregue como parâmetro o prejuízo econômico devido a recuperação do ativo (R\$ 145.000.000,00) e a espera para a reestruturação da obra (mais que 30 dias). Com esses valores constatou-se nas tabelas, que a probabilidade era improvável e a consequência catastrófica.

De acordo com a matriz probabilidade x consequência, o risco foi classificado como Alto, sendo essa ameaça inaceitável conforme a tabela de aceitabilidade. Tabela essa, que destaca a necessidade de ações corretivas imediatas com uma atenção específica da direção. Como forma de contramedida elencou-se o uso de estações pluviométricas, por parte do terminal, para previsão mais exata do retorno de eventos máximos de chuva como os ocorridos, além de um monitoramento topográfico para entender e acompanhar a movimentação estrutural do porto, percebendo historicamente como funciona o conjunto portuário.

Vale ressaltar que o aspecto comunicabilidade é muito importante, pois ele é toda a base do trabalho, como a disposição dos índices pluviométricos no trabalho de Cordero *et al* (2009) e a valoração numérica do gasto imposto pelo governo na recuperação dos berços de Itajaí por parte do Tribunal de Contas da União (2009), pois se serviu de base para a realização do trabalho pode servir de base para os estudos internos do porto, justificando assim a importância que essa etapa possui sobre a gestão de risco.

REFERÊNCIAS

A Notícia. **Homem morre durante o trabalho no Porto de São Francisco do Sul.** Disponível em:< <http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2017/06/homem-morre-durante-o-trabalho-no-porto-de-sao-francisco-do-sul-9816170.html>>. Acesso em: 15 de out. 2017.

A Notícia. **Mecânico morto em acidente no porto de São Francisco é velado no interior de SP.** Disponível em:< <http://anoticia.clicrbs.com.br/sc/geral/noticia/2017/06/mecanico-morto-em-acidente-no-porto-de-sao-francisco-e-velado-no-interior-de-sp-9819844.html>>. Acesso em: 15 de out. 2017.

ABRAHAM, Erick. **Gestão de Risco em Projetos: Uma análise do projeto COR da Infoglobo.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Administração de Empresas). Orientado pela professora Ms. Claudia Rosana Felisberto Scofano. Centro Universitário Metodista Bennett, Rio de Janeiro, 2012

Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (APPA). **Dicionário Básico Portuário.** 2 ° Ed. Paranaguá, 2011.

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emilia. **Obras e gestão de portos e costas: a técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental.** São Paulo: Blucher, 2009.

AMARAL, Rogério Fernando. **Caracterização hidrossedimentológica do Canal de Acesso do Complexo Portuário do Maranhão.** São Paulo, 2016.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Anuário Estatístico Aquaviário – 2012.** Brasília, 2013. Disponível em:< <http://www.antaq.gov.br/Portal/Anuarios/Anuario2012/index.htm>>. Acesso em: 23 ago. 2017.

ARAUJO, Renata Pereira de. **Programa de Gerenciamento de Riscos - PGR: Porto de São Francisco do Sul: 2012.**

_____. **AS/NZS 4360:2004.** Risk Management. Third edition. Sydney/Wellington: Standards Australia/Standards New Zealand, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR ISO/IEC 20858:2011.** Tecnologia marítima e de embarcações – Desenvolvimento de plano de segurança e avaliações de segurança de instalações portuárias marítimas. Rio de Janeiro: ABNT, 2011.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) **NBR ISO/IEC 31000:2009.** Gestão de riscos – Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BARALDI, Paulo. **Gerenciamento de Riscos.** 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

BATISTA, Eduardo de Miranda *et al.* Acidente estrutural com descarregador de minério causado por forças devido ao vento. **Revista Internacional de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil**. 2003. Vol 5, Nº 2. 2005.

BRASIL, Márcio. **Gestão de Risco**. Disponível em: <<http://www.marciobrasil.net.br/pmbok-2/gestao-de-risco.html>>. Acesso em: 29 set. 2016.

BRASIL. **Código Internacional para a Proteção de Navios e Instalações Portuárias**. Ministério da Justiça: Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis (CONPORTOS), 2004.

BRASIL. **Código Internacional para a Proteção de Navios e Instalações Portuárias**. Ministério da Justiça: Comissão Nacional de Segurança Pública nos Portos, Terminais e Vias Navegáveis (CONPORTOS), 2004.

CARVALHO, Daniel F; MELLO, Jorge L. P; SILVA, Leonardo D. B. da. **Hidrologia**. Rio de Janeiro, 2007.

CASADA, Myron *et al.* **Guide for port security**. Houston: ABS Consulting, 2003.

Central Intelligence Agency (CIA). **The World Fact**. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/br.html>>. Acesso em: 29 de out. 2017.

COLEMAN, A. **ADEPT Collections**. 2001. Disponível em: <http://piru.alexandria.ucsb.edu/collections/geography3b/NEWlectures/lecture09.htm>. Acesso em: 06 out 2017.

Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP/PR; Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC; Laboratório de Transportes e Logística – LABTRANS. **Plano Mestre: Porto de Itajaí**. Florianópolis, 2015.

CORDERO, Ademar; SEVERO, Dirceu Luis; SILVA, Hélio dos Santos; TACHINI, Mário; MEDEIROS Péricles Alves. **Estudo da Precipitação Máxima Diária para Blumenau-SC e o Evento de Novembro de 2008**. Blumenau, 2009.

COUILLARD, J. *The role of Project risk in determining project management approach*. **Project Management Journal**, v. 26, n.4, p. 3-15, 1995.

DANTAS, Marcus Leal. **Avaliação de riscos em instalações portuárias**. Olinda. Livro Rápido, 2010.

DANTAS, Marcus Leal. **Segurança da informação: uma abordagem focada em gestão de riscos**. Olinda: Livro Rápido, 2011.

DUDOVA, Tatiana. Risk Management: the art of dealing with the unknown. **Action in Information Technology and Organization Management**, p. 1-7, out. 2004.

DYER KR. 1995. **Sediment transport processes in estuaries**. In: PERILLO GME (Ed.). *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries: Developments in Sedimentology*. New York, Elsevier Science B.V., p. 423-449.

FERREIRA, Alexandre Santos. **Observação e Comportamento de Molhes**. São Paulo, 2015.

FOX, Robert W; McDonald, Alan T; Pritchard, Philip J. **Introdução à Mecânica dos Fluidos**. 7. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

FREDSOE, J., AND DEIGAARD, R. **Mechanics of coastal sediment transport Advanced Series on Ocean Engineering**, Vol. 3, World Scientific, Singapore: 1992.

FULGENCIO, Paulo Cesar. **Glossário Vade Mecum: administração pública, ciências contábeis, direito, economia, meio ambiente**. Mauad Editora Ltda, 2007.

HB 436:2004 **Risk Management Guidelines**. Sydney/Wellington: Standards Australia/Standards New Zealand, 2005.

HOPE, Warren T. **Introdução ao Gerenciamento de Riscos**. Rio de Janeiro: FUNENSEG, 2002.

IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. **Guia de Orientação para Gerenciamento de Riscos Corporativos**. Coordenação: Eduarda La Rocque. São Paulo, SP: IBGC, 2007 (Série de Cadernos de Governança Corporativa, 3). Disponível em: <www.icts.com.br/new/arquivos/IBGC-orientacaogerriscoscorporativos.pdf> Acesso em: 15 ago. 2017.

Instituto Brasileiro de Educação Profissional (INBEP). **O que são Riscos Ambientais e como prevenir?** Disponível em: < <http://blog.inbep.com.br/o-que-sao-riscos-ambientais/>> Acesso em: 17 out. 2017.

Linha Fina Clube de Pesca. **Molhes de Itajaí**. 2014. Disponível em: < <http://pescaelancamento.blogspot.com.br/2014/01/>> Acesso em: 13 out. 2017.

LOMBARDI, Francisco N; PASTANA, Francisco I. **Relação chuvas-perda por erosão**. São Paulo, 1972.

LUNKES, Rogério João. **Controle de gestão estratégico, tático, operacional, interno e de risco**. São Paulo: Atlas, 2010.

MACIEL, João. **Risco de Imagem, como evitar?** 2016. Disponível em:< <http://blog.uplexis.com.br/risco-de-imagem-como-evitar/>>. Acesso em: 15 de out. 2017.

MARCELINO, Luciana. **Transporte de Sedimentos em Suspensão nos rios Catarinenses**. Universidade de Santa Catarina. Florianópolis, 2009.

MARCONDES, José Sérgio. **Processo Organizacional: o que é? Conceito, Definição, Estrutura**. Blog Gestão de Segurança Privada. Disponível em: <<https://www.gestaodesegurancaprivada.com.br/processo-organizacional-conceito/>> Acesso em: 02 out. 2016.

MENDES, Carla L. T; GOMES, Abílio S. **Circulação nos Oceanos Correntes Oceânicas e Massas d'água**. Departamento de Biologia Marinha. Rio de Janeiro, 2007.

MENEZES, Hélio. **Apostila do componente curricular Segurança do Trabalho I**. Escola Técnica Estadual Santa Cruz. 2001.

Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). **Manual do Trabalho Portuário e Ementário**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www.apsfs.sc.gov.br/wp-content/uploads/2014/11/012-manualtrabalhadorportuario.pdf/>> Acesso em: 20 out. 2017.

NAGHETTINI, Mauro; PINTO, Éber José de Andrade. **Hidrologia Estatística**. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Belo Horizonte: 2007.

NAMAZIAN, A.; ESLAMI, N. **Operational Risk Management (ORM)**. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, v. 5, p. 3240-3245, 2011.

NAVARRO, Antonio Fernando. **A função e a origem do Gerenciamento de Riscos**. 2015. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfRfsAL/a-funcao-a-origem-gerenciamento-riscos>>. Acesso em: 29 set. 2016.

NOGUEIRA, Mário de S. N; SANTOS, Carlos R; PRADO, Álvaro C; LIMA, José L. A. **Equipamentos Portuários de Movimentação de Contêineres: Portêiner e Guindaste Móvel sobre Pneus**. São Paulo, 2016.

NR 9 - NORMA REGULAMENTADORA 9. **Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. Disponível em:<<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR9.pdf>>. Acesso em: 08 de out. 2017.

CORREIA, Nuno. **Transporte de Sedimentos num rio**. Youtube, 09 fev. 2008. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=B6p5jXDhDvl>>. Acesso em: 17 out. 2017.

PENA, Rodolfo F. Alves. **"O que é Bacia Hidrográfica?"**; Brasil Escola. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/geografia/o-que-e-bacia-hidrografica.htm>>. Acesso em 25 de outubro de 2017.

PINTO, António (2002) - **Risco econômico e financeiro: Seu conceito e gestão**. Gestin. ISSN 1645-2534. Ano 1, nº 1, p. 85-93.

POMPERMAYER, Fabiano M; CAMPOS, Carlos Á. da S. N; PAULA, Jean M. P. de; **Hidrovias no Brasil: Perspectiva Histórica, Custos e Institucionalidade**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Rio de Janeiro: 2014.

Porto de Itajaí – Autoridade Portuária. **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ – 2010)**. Itajaí, 2010.

PRITCHARD, D. W. **Estuarine Hydrography**. Advances in Geophysic. Vol.1, 1952.

Project Management Institute, 2013, **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos** - Guia PMBOK. 5ª ed., Newtown Square, Pennsylvania, USA: Project Management Institute. 2013.

RIAL, Mariana Fontes Pérez. "**Cidade-porto: dinâmicas espaciais e planejamento intra-urbano**". Dissertação de Mestrado, FAUUSP, São Paulo: 2008.

ROGERS, J. S.; BARNETT, A. P. & COBB JR., C. **An evaluation of factors affecting runoff and soil loss from simulated rainfall**. Trans. ASAE, 1964.

ROSA, Izaias Otacílio da. **Modelo Conceitual para o Gerenciamento de Riscos à Segurança de Instalações Portuárias: uma Abordagem Construtivista**. Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2015.

ROYER, Paul S. Risk Management: the undiscovered dimension of project management. *Project Management Journal*, v. 31, n.1, p. 6-13, mar. 2000.

RUSSO, Hilene do Amaral Pereira Granja **Porto de Itajaí – Sua História**. Itajaí (2014).

SALLES JR., Carlos Alberto Corrêa; SOLER, Alonso Mazini; VALLE, José Angelo Santos do; RABECHINI JR., Roque. **Gerenciamento de riscos em projetos**. 2ª. Ed. Rio de Janeiro: Editoria FGV, 2010.

SCHETTINI, Carlos A. F. **Caracterização oceanográfica e do transporte de sedimentos em suspensão no estuário do Rio Mampituba, SC**. Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar – CTTMar/Universidade do Vale do Itajaí – UINVALI. 2001.

SILVA, A. M. da; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. de. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas**, USP. Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Piracicaba, SP). São Paulo: 2003.

SOUSA, Nuno Miguel Barros. "**Obras Marítimas de Acostagem: O Caso do Porto de Abrigo da Ilha do Porto Santo**". Dissertação de Mestrado, Universidade da Madeira, Funchal: 2011.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. Editora Edgard Blücher Ltda., São Paulo, 1973.

TABOSA, Werner Farkatt. **Morfologia, Hidrodinâmica e Sedimentologia da Plataforma Continental Brasileira Adjacente a São Bento do Norte e Caiçara do Norte - RN/NE – Brasil**. Natal: 2006.

THURMAN, H. V., (1997) - **Introductory Oceanography**, Prentice Hall, New Jersey, 544 p.

TOMAZ, Plínio. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais – Capítulo 3 Período de retorno**. 2010. Disponível em:<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_metodo_calculos_vazao/capitulo03.pdf>. Acesso em: 28 de set. 2017.

Tribunal de Contas da União. **Levantamento de Auditoria – Reconstrução Emergencial do Porto de Itajaí (PT nº 26.784.1462.120B.0101)**. Fiscobras, 2009.

VANZ, Argeu; FERNANDES, Laís Gonçalves. **Ressacas, afogamentos e acidentes com embarcações no sul do Brasil nos anos de 2009 e 2010**. 2012. p. 47-57. Porto Alegre. 2012. Disponível em: < <http://www.ufrgs.br/gravel/portugues/publica.htm>> Acesso em: 29 set. 2016.

VIEIRA, E. N.O. **Gerenciando Projetos na Era de Grandes Mudanças. Uma Breve Abordagem do Panorama Atual. Anais eletrônicos**. 2003. Disponível em:<http://www.pmisp.org.br/exe/artigos/eduardonewton_artigogprojetosi_pdf>. Acesso em: 08 de out. 2017.

VOGEL, R. L., KJERFVE, B. E. L. & R. GARDNER. (1996). **Inorganic sediment budget for the North Inlet salt marsh, South Carolina, USA**. Mangroves and Salt Marshes, 1 23-35.

WATANABE, Frederico M. **Análise do Método de Gumbel para Cálculo de Vazões de Dimensionamento de Vertedouros**. São Paulo, 2013.