



**Mariana Velasco Gomes de Almeida**

**Contaminação de áreas portuárias – um  
estudo de caso no porto do Rio de  
Janeiro**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre em Engenharia  
Urbana e Ambiental (opção profissional) pelo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Urbana e Ambiental da PUC-Rio.

Orientador: Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira

Rio de Janeiro  
Dezembro de 2015



**MARIANA VELASCO GOMES DE ALMEIDA**

**Contaminação de áreas portuárias – um estudo de  
caso no porto do Rio de Janeiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana e Ambiental (opção profissional) pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Rogério Ribeiro de Oliveira**

Presidente / Orientador  
Departamento de Geografia - PUC-Rio

**Prof. Luiz Felipe Guanaes Rego**

Departamento de Geografia - PUC-Rio

**Profa. Adi Estela Lazos Ruiz**

PUC-Rio

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial de Pós-Graduação  
do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 03 de dezembro de 2015.

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Mariana Velasco Gomes de Almeida**

Graduou-se em Geografia e Meio Ambiente pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro em 2010. Especializou-se em Engenharia Urbana e Ambiental no ano de 2015 pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Trabalhou durante cinco anos com Gerenciamento de Áreas Contaminadas; Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada. Atualmente trabalha com Resseguro na área de Óleo e Gás e Marine. Dentre as principais atividades desenvolvidas na área ambiental são os estudos ambientais e as avaliações de gerenciamento de áreas contaminadas e na área de resseguro, análise de risco.

#### Ficha Catalográfica

Almeida, Mariana Velasco Gomes de

Contaminação de áreas portuárias - um estudo de caso no porto do Rio de Janeiro / Mariana Velasco Gomes de Almeida ; orientador: Rogério Ribeiro de Oliveira. – 2015.

132 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental, 2015.

Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Engenharia urbana e ambiental – Teses. 3. Contaminação. 4. Zona Portuária. 5. Mudança de uso e ocupação do solo. I. Oliveira, Rogério Ribeiro de. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana e Ambiental. III. Título.

CDD: 624

## Agradecimentos

Agradeço ao meu professor Rogério Ribeiro, pela orientação, apoio, confiança e pelo empenho e dedicação à elaboração deste trabalho.

A todos os professores do programa de mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental por me proporcionar o conhecimento e por terem me feito aprender cada vez mais.

A minha família que com seu amor incondicional sempre me apoiou em todas as minhas decisões. A minha mãe, linda, heroína, que me incentivou nas horas mais difíceis, de desânimo e cansaço. Ao meu pai que sempre me fortaleceu com suas sábias palavras.

Obrigada aos meus tios, Cesar e Silvana e as minhas irmãs Juliana e Luiza por sempre estarem ao meu lado em todos os momentos.

Ao meu avô lindo que sei que está torcendo por mim aí de cima!

Obrigado a todos os funcionários do departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

## Resumo

Almeida, Mariana Velasco Gomes de; Oliveira, Rogério Ribeiro de. (Orientador). **Contaminação de áreas portuárias - Um estudo de caso no porto do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro, 2015. 132p. Dissertação de Mestrado (Opção profissional) - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A contaminação dos solos e águas subterrânea tem sido um tema pertinente nas questões ambientais atuais, visto que, estes são recursos vitais tanto para a produção de alimentos quanto para o equilíbrio do ecossistema. O processo de degradação dessas fontes naturais está chamando a atenção da sociedade e se acentuou com o crescimento contínuo das cidades, pois, as áreas que antes eram destinadas as indústrias estão aos poucos sendo ocupadas por edificações residenciais, de lazer e/ou comerciais. Essa mudança de uso e ocupação do solo é um grande problema vivido em quase todas as cidades do mundo. Em meio a essa realidade, a essa problemática, este trabalho de dissertação irá abordar o caso da zona portuária da cidade do Rio de Janeiro, que está passando por esse processo devido às obras do projeto “Porto Maravilha”. O objetivo deste trabalho é analisar as possíveis contaminações provenientes das atividades passadas realizadas na região do Porto do Rio de Janeiro. A metodologia consistiu em um levantamento histórico da área, de todas as possíveis atividades realizadas no local, de todos os produtos que lá passaram e de todas as mudanças que ocorreram ao longo do tempo. Foi realizado uma compilação dos dados históricos e dos atuais, para poder caracterizar as possíveis fontes de contaminação encontradas na zona portuária do Rio de Janeiro, ou seja, se essas contaminações são passivos ambientais antigos ou se foram gerados com as atividades realizadas atualmente nas áreas.

## Palavras-chave

Contaminação; Zona Portuária; Mudança de uso e ocupação do solo.

## Extended abstract

Almeida, Mariana Velasco Gomes de; Oliveira, Rogério Ribeiro de (Advisor). **Contamination of port areas - a case study in the port of Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro. 2015. 132p. MSc. Dissertation - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Contamination of soil and groundwater has been a relevant issue in the current environmental issues, since these are vital resources for both food production and for the balance of the ecosystem. The process of degradation of these natural sources are calling the attention of society and was accentuated by the continued growth of the cities, because the areas that were destined industries are gradually being occupied by residential buildings, recreational and/or commercial.

This change in land use and occupation is a major problem experienced in almost all cities in the world. Amid this reality, this problem, this dissertation will address the case the port area of the city of Rio de Janeiro, who is going through this process due to the works of the “Porto Maravilha” , which has over years preparing the area to make it more accessible to the population and also to receive the events that are being held in the city as the World Cup that took place in 2014 and the Olympic Games the will take place in 2016.

The project “Porto Maravilha” is preparing the port area, which for many years was a relegated town, to integrate the development process of Rio de Janeiro. The purpose of this project is to promote the restructuring of the site, through the expansion, joint and the requalification of public spaces in the region, aimed at improving the quality of life of current and future residents and environmental and socioeconomic sustainability of the area. The project covers an area of 5 (five) million square meters, located in the Port area of the city of Rio de Janeiro.

As discussed throughout the literature, comprising Chapter 2 of this work, the port area is what we call a link between city and port. The city seen port is considered simply a port where incoming and outgoing goods, men and information and city view of the harbor, is considered a haven for sailors,

merchants, port refuges boats authorities and a place for loading and unloading goods (VILLAÇA, 1996).

Some cities in the world that had a bay, lake, sea, river or ocean born of these port areas, therefore, depended on the proximity of water to be able to live and develop (VILLAÇA, 1996).

These cities were growing and consolidating over time and some of them, that is, closer to the port areas were eventually destined activities to support the port and small industrial areas not being seen as propitious regions to housing, to be considered unhealthy and industrial/commercial occupation.

The growth of these port areas was consolidated, in fact, at the time of industrial development, when trade between the countries has intensified and since then, the port regions, areas of support for the activities of the port did not stop to grow and develop.

However, in the late twentieth century, the development of these areas has become difficult due to lack of physical space around you. The port area was deploring it over the years due to lack of logistics and infrastructure; companies that there were concentrated were moving to other areas, looking for more physical space to carry out their operations, leaving behind in the port cityscape, buildings unused, unused services and, moreover, a huge environmental liability, contamination of soil and groundwater.

Soil and groundwater port areas have a high potential for contamination due to their historical occupation, as was previously mentioned. According to the areas of management manual contaminated of CETESB, a contaminated area can be defined as an area, location or land where there is proven pollution or contamination caused by the introduction of any substance or waste it have been deposited, accumulated, stored, buried or infiltrates planned, accidental or even natural. The magnitude of this contamination will depend on the exposure time of this contaminant to the environment, the local geology, the physicochemical properties of the compounds, among other factors (CETESB, 2001).

Some cities in the world have experienced revivals in their port areas, have had their contamination by past activities confirmed. We have some examples as the port area of the city of London, which was decontaminated to the Olympic Games.

The area went through the remediation process in 2012, had been abandoned by the industries that it worked and a landfill. These were contaminated land near the River Thames, which has developed over the years, activities related to the port. The area had about 250 hectares was contaminated by heavy metals, toxic waste and oil (Jan Hellings, 2012).

For the land decontamination was carried out survey of all the activities that were carried out in the area over the years and it has set up a conceptual model for the region. After the analysis of this model the region was divided into North and South, with two centers of soil and groundwater treatment. The remediation of the area lasted for about four years and after all the treatment; the area was able to receive the Olympic Games.

Another example we can mention and that was done before the Olympic Games in London was the case of Barcelona that has gone through a similar process in mid 1992. The port area of the city, called the “Zona Franca de Barcelona”, there were about 1200 meters square, was contaminated after 200 years activities, such as product storage example, vessels repairs, loading/unloading of goods, among others (Sanchez, 2001).

The port of Barcelona stored, exported / imported products such as textiles, clothing, machinery, petroleum, chemicals and metals. However, like all port areas, in mind 1970, the port went into decline, technical barriers, such as increase in vessels and the growth of port activities affected the operation of the port (Port of Barcelona, 1906).

Barcelona then followed the same steps of port cities, leaving behind environmental liabilities created by industries and activities related to the port. The region was contaminated by industrial wastes such as heavy metals derived from domestic oil and waste, was only recovered because of the revitalization project, which was implemented for the construction of Olympic Village for the Olympic Games in 1192 (Sanchez 2001, Urbansystems, 2012).

The environmental remediation project conducted the excavation and removal of contaminated soil to be cleaned and the same was reused in the construction of port revitalization. Not only the soil was reused, the construction waste generated in the demolition of warehouses and sheds were also reused for the expansion of the port (Urbansystems, 2012).



Cases of London and Barcelona were the main European continent in relation to environmental recovery. The entire port area, which was contaminated, underwent remediation in order to conduct other types of use. This is the same as the Port City of Rio de Janeiro, which is undergoing enormous changes to change their land use and occupation.

The port city of Rio de Janeiro has been growing along with the city and has been developing along with their economic cycles, the small harbor that grew was one of the main points of production flow. The main products that grew was one of the main points of production flow. The main products that passed there were petroleum, coal, wheat, oil, butane gas, cement, coffee, ore, timber, salt, iron, manufactures, cotton, raw material, various food, rubber, lead, tin, zinc, copper, steel, perfumery, metallurgical products, cocoa, iron ore, sugar, tobacco, sisal, manganese, fuel, consumer goods, various metals, pharmaceuticals, chemicals and textiles. Besides these products, some industries have settled there, industries such as tanning, chemical, pharmaceutical, sawmills, glass factories, textile, food, workshops, candle and soap factories.

The port area as well as all others, in the mid-twentieth century began to decrease its operation due to lack of physical space to expand its activities, the lack of technology and engineering. Therefore, the activities and industries that there were located through the same process of displacement and search for a more favorable place for this operations and logistics, leaving behind not only buildings not used as environmental liabilities that grew up during the years of operation.

These liabilities that were “forgotten” are having to be revised, as well as London and Barcelona, port area of the city of Rio de Janeiro is also undergoing intense changes of land use and occupation. The region was once destined to trade/industry today is being used as leisure/residential areas.

This area is undergoing intense changes of use due to “Porto Maravilha” project, as quoted above. This project is preparing the region, which for years was a relegated town, to integrate the development of the Rio process. The purpose of this operation is to promote the restructuring of the site, through the expansion, joint and requalification of spaces aimed region improving the quality of life of current and future residents and environmental and socioeconomic sustainability.

However, it can not change a region that for years wielded highly pollution activities without first conducting a study of contaminated areas. Chapter 3 of this work shows some case studies that are going through or have gone through this process of decontamination and are already able to receive other types of activities.

The first case study presents a land that has hosted activities such as industry and bus garage in addition to passing also in the area a railway line in the 1910s was responsible for calling the entire port area and ship production. This field was carried out all stages of an environmental investigation, Preliminary Assessment, Confirmatory Research, Research and Detailed Risk Analysis. And those investigations were found contaminants such as oil products and heavy metals. Currently, the land has been recovered and given a new occupation, a building intended for commercial use.

The second case study consists of land located near the first case study, both can be seen in Chapter 3 of this work. This area housed long a shed belonging to an oil and gas company and besides, the train line linking the entire port area also passed in the area. For the land decontamination was also performed all stages of an Environmental Research and this investigation it was also found contaminants derived from petroleum and heavy metals. The area underwent a decontamination and is currently being built a building for commercial occupation.

The third case study is an area that since the mid 1900 to 2013 was occupied by a gas distribution industry. This land is still not fit for its change of use and soil occupation and currently is being used as a parking lot for cars.

The fourth case study is the port area itself, where ships are moored. An area of approximately 6700 meters of continuous pier and a pier of 883 meters perimeter that was built over the years, as noted in the literature this study in Chapter 2. Certainly this harbor area is one of the most contaminated, because beyond, a goods circulating in the local area has several pipes of oil and gas pipelines, mechanical workshops, substations, air tanks, and other activities that can contaminate soil and groundwater.

Currently, this area is brushed off by companies of different types and each zone is responsible for the environmental study. Some areas that have gone

through these studies and had their confirmed contamination are now able to exercise rehabilitation or other activities.

Given these case studies and bibliographic study this study concludes that Port Regions themselves are contaminated due to the various activities that have been carried out on site, both past as current and that the change in land use would be possible only through a mitigation project because the occupation of a site without treating its environmental liabilities can lead to problems such as risk to public suade and ecosystems, restrictions on urban development, reduction of real estate value of the land and the devaluation of the area around it.

Therefore, the uncertainty brought by this theme reminds us of the urgent need to put in question the environmental studies in public policies of States and the creation of mechanisms to use these areas more safely and sustainable.

## **Keywords**

Contamination; Docklands; The change and use of soil occupation.

## Sumário

1. Introdução	18
1.1. Objetivos	21
1.2. Metodologia	21
2. Revisão Bibliográfica	23
2.1. Zona Portuária	23
2.2. Contaminação em portos: uma visão global	24
2.3. Histórico de ocupação da zona portuária do Rio de Janeiro	32
2.4. Fontes de contaminação no Porto do Rio de Janeiro	55
2.4.1. Fonte de contaminação Industrial	56
2.4.2. Fontes de contaminação de origem doméstica	65
2.4.3. Fontes de contaminações por estocagem e transporte de produtos	65
3. Objeto de estudo: Zona Portuária Carioca	69
3.1. Caracterização da área:	69
3.1.2. Meio-físico	72
3.1.3. Áreas analisadas:	77
Caso 1:	77
Caso 2:	86
Caso 3:	94
Caso 4:	102
4. Proposta de um projeto de mitigação para a zona portuária	117
5. Considerações Finais:	127
6. Referências Bibliográficas:	129

## Lista de figuras

Figura 1: Desenvolvimento e evolução da Cidade do Rio de Janeiro	20
Figura 2: Áreas onde foram realizados os jogos Olímpicos de Londres	25
Figura 3: Planta do Site de investigação do projeto de remediação de áreas contaminadas, Londres	26
Figura 4: Localização dos centros de tratamentos dos solos contaminados escavados na área	26
Figura 5: Técnica de lavagens de solo in situ utilizada na descontaminação do solo em Londres	27
Figura 6: Planta da cidade do Rio de Janeiro com vista para o Morro do Castelo e os cais de atracação	33
Figura 7: Povoado que se localizava no sopé do Morro do Castelo e a localização de outros pontos importantes da cidade	33
Figura 8: Planta da Cidade do Rio de Janeiro em 1765 destacando a localização do Valongo e Prainha, Saúde, Saco da Gamboa e do Alferes	35
Figura 9: Planta da cidade do Rio de Janeiro com destaque para os principais produtos embarcados/desembarcados nos cais	36
Figura 10: Planta da cidade do Rio de Janeiro em 1831 destacando a mancha urbana que crescia na cidade	37
Figura 11: Configuração do Cais da Gamboa em meados de 1850	40
Figura 12: Armazém Docas Don Pedro II, utilizado para o armazenamento de grãos em geral; localizado no cais da Gamboa, Rio de Janeiro	42
Figura 13: Planta do Cais Marítimo da Gamboa em meados de 1880, destacando-se o ponto final da estrada de ferro e o Canal do Mangue	43
Figura 14: Principais produtos embarcados/desembarcados nos cais do porto da cidade do Rio de Janeiro	44
Figura 15: Primeira planta apresentada para as obras de melhoramento do Porto em 1907	46
Figura 16: Cais da Gamboa e as principais atividades realizadas em meados de 1910, Rio de Janeiro –RJ	47

Figura 17: Planta da configuração final das obras realizadas no porto em 1924, Rio de Janeiro – RJ	48
Figura 18: Atividades realizadas nos Cais da Gamboa, São Cristóvão e Caju em meados de 1925-1930, Porto do Rio de Janeiro – RJ	50
Figura 19: Principais produtos embarcados/desembarcados no Porto do Rio de Janeiro – RJ em meados de 1980/1990	53
Figura 20: Mapa da área de interesse	71
Figura 21: Mapa Geológico	75
Figura 22: Foto aérea com as áreas do porto a serem analisadas	76
Figura 23: Localização da área de estudo caso 1 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ	77
Figura 24: Foto aérea multitemporal caso 1	78
Figura 25: Artefatos arqueológicos encontrado no terreno do primeiro caso estudado	80
Figura 26: Restos de atividades navais encontrados	80
Figura 27: Panorâmica da área de estudo caso 1	81
Figura 28: Localização da área de estudo caso 2 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ	87
Figura 29: Foto aérea multitemporal caso 2	90
Figura 30: Localização da área de estudo caso 3 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ	94
Figura 31: Planta do terreno da CEG em meados de 1911	96
Figura 32: Foto aérea multitemporal caso 3	101
Figura 33: Localização da área de estudo caso 4 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ	102
Figura 34: Planta dos dutos em 1948	103
Figura 35: Foto aérea da área investigada na zona de embarque e desembarque no porto do Rio de Janeiro - RJ	106
Figura 36: Foto aérea do pátio da Petrobrás na zona de embarque e desembarque do porto do Rio de Janeiro – RJ	107

Figura 37: Foto aérea do pátio de operação da empresa Triunfo no porto do Rio de Janeiro - RJ	109
Figura 38: Foto aérea da parte da área de operação da empresa Multicar no porto do Rio de Janeiro - RJ	111
Figura 39: Foto aérea do pátio arrendando pela empresa Libra S.A no porto do Rio de Janeiro - RJ	112
Figura 40: Foto aérea com as áreas contaminadas no porto	115
Figura 41: setorização da zona portuária	118

## Lista de tabelas

Tabela 1: Importações de mercadorias embarcadas/desembarcadas no Porto do Rio de Janeiro – RJ	48
Tabela 2: Evolução da produção têxtil na cidade do Rio de Janeiro	58
Tabela 3: Modelo conceitual com síntese das fontes de contaminação encontradas no histórico da zona portuária do Rio de Janeiro – RJ	68
Tabela 4: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Confirmatória – caso 1	81
Tabela 5: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Confirmatória – caso 1	82
Tabela 6: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Detalhada – caso 1	84
Tabela 7: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Detalhada – caso 1	85
Tabela 8: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Confirmatória – caso 2	88
Tabela 9: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Confirmatória – caso 2	89
Tabela 10: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Detalhada – caso 2	92
Tabela 11: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Detalhada – caso 2	93
Tabela 12: Contaminantes encontrados no solo acima dos valores aceitáveis de acordo com a NBR 10.004	98



Tabela 13: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, no solo, de acordo com a Resolução Conama 420 108

Tabela 14: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, na água subterrânea, de acordo com a Resolução Conama 420 108

Tabela 15: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, na água subterrânea, de acordo com a Resolução Conama 420 113

Tabela 16: Tipos de atividades realizadas na Zona Portuária 119

Tabela 17: Classificação das áreas registradas 120

## 1. Introdução

A vontade de estudar contaminação ambiental como temática para a presente pesquisa de mestrado surgiu ao longo do curso de mestrado em Engenharia Ambiental e também por ter trabalhado com esse tema em alguns projetos de consultoria. A pesquisa trata da contaminação ambiental de Zonas Portuárias com um recorte para o porto do Rio de Janeiro, analisando as obras e mudanças de uso e ocupação do solo que estão ocorrendo na área devido ao projeto de revitalização do porto, o chamado Porto Maravilha.

Uma zona portuária é configurada através da aproximação da cidade com o porto; onde se desenvolvem diversas atividades ligadas ao seu funcionamento, como: reparos navais, armazenamento e transporte de produtos e atividades industriais (fabricação de produtos e de matérias-primas). Ambas as atividades buscavam sempre estar perto do principal ponto de escoamento da produção; o mar.

A consolidação dessas áreas portuárias na cidade do Rio de Janeiro teve início na era colonial, com o comércio entre metrópole e colônia. Com o passar do tempo, com as revoluções industriais esses portos passaram a crescer e receber não somente produtos manufaturados, mas, também produtos “novos” vindo das indústrias de mineração, têxtil, química, farmacêutica e de bens de consumo.

Durante o século XIX e XX, as áreas portuárias, centrais, atingiram seus picos em relação ao uso industrial e as atividades ligadas ao porto, esse fato ocorreu devido a um grande advento ligado a logística e ao escoamento da produção, a ferrovia. Ela ligava alguns principais pontos da cidade com o maior ponto de escoamento da produção, o porto.

Com o passar do tempo, com as novas tecnologias que foram surgindo, a tipologia das navegações foi mudando, a tecnologia de movimentação de carga e estrutura físico-funcional foi sendo aprimorada. O aumento dos navios gerou uma necessidade de águas com maior calado para a navegação e com o aumento do volume de cargas se fez necessário uma área retroportuária maior, com maiores armazéns e galpões.

As zonas portuárias não acompanharam esses avanços tecnológicos, pois, com o crescimento das cidades, o espaço físico se tornou algo escasso, não deixando espaço para o crescimento da logística e da infraestrutura que os portos precisavam.

As indústrias que se instalaram nessas zonas foram para novas áreas com um maior espaço físico para poder desenvolver suas atividades, com uma maior logística e infraestrutura. A transformação do perfil das regiões portuárias foi foco de um declínio urbano, e a saída das empresas, fábricas e atividades deixaram na paisagem urbana uma quantidade considerável de imóveis ociosos.

A região portuária da cidade do Rio de Janeiro seguiu essa mesma configuração. A Baía de Guanabara era a principal porta de entrada para a cidade. Em meados de 1587 as atividades portuárias começaram a se desenvolver, para poder suprir sua colônia, Portugal.

Com o passar dos anos, com o desenvolvimento do comércio e da urbanização o porto foi se reconfigurando, se modernizando, para poder se adaptar as novas demandas; demandas essas de mais mercadorias, aumento de armazenamento de produtos, de circulação e de produção. Porém, o porto também sofreu com a falta de espaço físico para seu crescimento e para o crescimento de suas zonas de apoio.

A **figura 1** a seguir mostra a evolução da costa, comparando o que é atualmente e como era antes dos aterramentos realizados para obra de ampliação do porto.

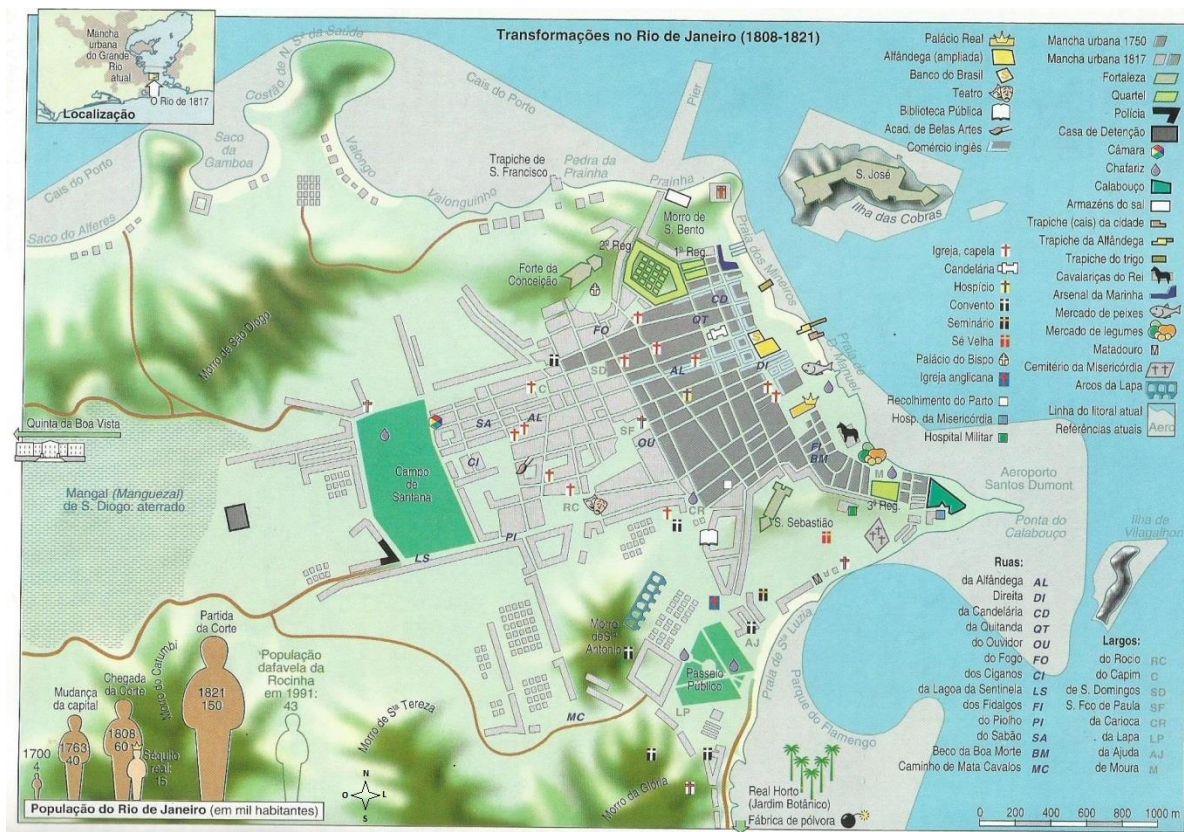


Figura 1: Desenvolvimento e evolução da Cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Atlas Istoé.

Em meados dos anos de 1970, surge no mundo à busca para revitalização das áreas portuárias; as regiões portuárias, que antes estavam “esquecidas” se tornaram foco imobiliário, como as metrópoles não tinham mais para onde crescer porque não ocupar esses lugares que um dia já possuíram um valor? Diante disso, muitas áreas portuárias passaram/passam por uma intensa modificação de uso e ocupação do solo, deixando de ser comercial/industrial para se tornar residencial, de lazer e/ou cultural.

Porém, é válido lembrar que essas áreas, que são foco de atividades imobiliárias, sempre foram ocupadas por diversos tipos de atividades industriais, como, indústrias químicas e têxteis, além de terem sido ocupadas também por atividades de suporte ao porto como, reparos navais e armazenamento de diversos

tipos de produtos. Perante esse fato, regiões portuárias são consideradas áreas com potencial de contaminação.

### **1.1. Objetivos:**

O objetivo geral desse trabalho é analisar as contaminações ambientais do solo e da água subterrânea em áreas urbanas, mais especificamente em áreas portuárias, por substâncias químicas perigosas, decorrentes de atividades industriais, fábricas e comerciais.

Considerando o objetivo proposto e os problemas citados anteriormente, foram definidos objetivos secundários, que serão listados a seguir:

- Apresentar um histórico de ocupação e consequentemente de contaminação da zona portuária da cidade do Rio de Janeiro, de forma a obter uma visão geral sobre o tema.
- Fazer uma comparação das atividades realizadas na área com os contaminantes encontrados nos estudos de caso.
- Apresentar um esboço de projeto de mitigação caso o governo quera investir em no projeto, já que a zona portuária ultimamente tem sido foco da especulação imobiliária devido ao projeto “Porto Maravilha” que prevê a mudança de uso e ocupação do solo, ou seja, essas áreas estão deixando de ser de uso industrial/comercial para se tornar residencial, empresarial, cultural e de hotelaria.

### **1.2. Metodologia:**

A metodologia adotada procurou (i) uma busca histórica, literal, a respeito da ocupação e das atividades realizadas na zona portuária do Rio de Janeiro. Foram vistos e analisados livros e documentos históricos de órgãos culturais da cidade, como o Instituto de História e Geografia, a Biblioteca da Marinha, entre outros. Após essa busca (ii) foi feito um levantamento das atividades que foram realizadas na área e quais as possíveis contaminações ambientais que essas atividades podiam gerar, ou seja, seus processos operacionais, principais resíduos gerados que podem contaminar o solo e a água subterrânea local e de suas

cercanias. (iii) Os levantamentos das atividades e das possíveis contaminações ajudaram na comparação com o que se encontra no local atualmente, ou seja, esse levantamento foi essencial para nos ajudar a compreender se esse passivo persiste desde os primórdios, ou se os contaminantes encontrados nos locais estão ligados com as atividades recentes realizadas nas áreas. Essa comparação será apresentada nos estudos de casos que foram realizados em quatro locais escolhidos, que estão passando por uma mudança de uso e ocupação do solo. E por ultimo (iv) será apresentado um modelo de mitigação, remediação para a zona portuária, caso um dia se torne interessante realizar um grande projeto de descontaminação.

**Conteúdo e estrutura básica da pesquisa** – O trabalho se divide em quatro capítulos, estabelecendo como recorte geográfico a região portuária da cidade do Rio de Janeiro, cujo modelo histórico de exploração do território se mostrou mais intenso do ponto de vista econômico e dramático sob o enfoque ambiental. O *capítulo 1* compreende somente a introdução.

O *capítulo 2* procura identificar o problema de passivos ambientais em zonas portuárias de uma forma mais global. Após essa análise entramos na especificidade da história da ocupação urbana e do pequeno processo de industrialização que se instalou na região portuária do Rio de Janeiro.

O *capítulo 3* aborda os estudos de casos de terrenos que estão passando por uma mudança de uso e ocupação do solo e que foram diagnosticados com passivos ambientais.

O *capítulo 4* apresenta as considerações finais da pesquisa e dos casos apresentados.

## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1. Zona Portuária

A zona portuária é o que podemos chamar de uma ligação entre a cidade e o porto. O porto visto da cidade é considerado, simplesmente, uma porta por onde entram e saem mercadorias, homens e informações. Já a cidade vista do porto, é considerada um abrigo para marinheiros, comerciantes, autoridades portuárias, refúgios dos barcos e um lugar destinado a carga e descarga de mercadorias (VILLAÇA, 1996).

Algumas cidades no mundo, que possuíam uma baía, lago, mar, rio ou oceano nasceram dessas zonas portuárias, pois, dependiam da proximidade da água para poder viver e se desenvolver (VILLAÇA, 1996).

Essas cidades foram crescendo e se configurando ao longo do tempo, porém, partes delas, como as áreas centrais e áreas próximas ao porto, eram destinadas as atividades de apoio ao porto e não eram vistas como regiões destinadas a moradias, por serem consideradas insalubres e de ocupação industrial/comercial (MONIÉ e VIDAL, 2006).

Essas atividades que eram/são realizadas nesses locais são: reparos de embarcações, descarregamento/carregamento de mercadorias, armazenamento e transporte destas.

Além dessas, essa região também eram foco de atividades industriais, responsáveis pela “alimentação” do porto, essas indústrias/comércio, se localizavam nessas áreas para poder ficar perto do principal ponto de escoamento da produção, o mar.

O crescimento dessas zonas portuárias foi consolidado, de fato, na época do desenvolvimento industrial, quando o comércio entre os países se intensificou. E desde então, as regiões portuárias, áreas de apoio às atividades do porto não pararam de crescer e se desenvolver (MONIÉ e VIDAL, 2006).

## 2.2. Contaminação em portos: uma visão global

O solo e a água subterrânea de áreas portuárias possuem um alto potencial de contaminação, devido à sua ocupação histórica, como já foi citado anteriormente. Segundo o manual de gerenciamento de áreas contaminadas da CETESB, uma área contaminada pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural.

A grandeza dessa contaminação irá depender do tempo de exposição desse contaminante com o meio, da geologia do local, das propriedades físico-químicas dos compostos, entre outros fatores (CETESB, 2001).

Algumas cidades do mundo, que já passaram por revitalizações em suas áreas portuárias, já tiveram suas contaminações por atividades passadas confirmadas. O primeiro exemplo a ser citado é a cidade de Londres; a descontaminação da área portuária para a realização das olimpíadas foi considerada uma das maiores obras realizadas na Europa.

A área que passou pelo processo de remediação, em 2012, havia sido abandonada pelas indústrias que nela funcionavam e por um aterro sanitário. Esses terrenos contaminados ficavam próximo ao rio Tamisa, onde se desenvolveu ao longo dos anos, atividades ligadas ao porto (JAN HELLINGS, 2012).

A região, que possui cerca de 250 hectares, estava contaminada por metais pesados, resíduos tóxicos e derivados de petróleo deixados pelas fábricas e pelo aterro. Na **Figura 2**, a seguir pode ser visto o local onde foi construído o parque olímpico, a zona central e o rio Tamisa.





Figura 2: Áreas onde foram realizados os jogos Olímpicos de Londres.

Fonte: Associação Brasileira de Águas.

O engenheiro Jan Hellings (ABAS, 2012), responsável pelo projeto de descontaminação da área, iniciou os trabalhos construindo primeiro um modelo conceitual do *site*, apresentado na **Figura 3**. Sua equipe fez um levantamento de todas as atividades que foram realizadas na área durante um período de tempo.

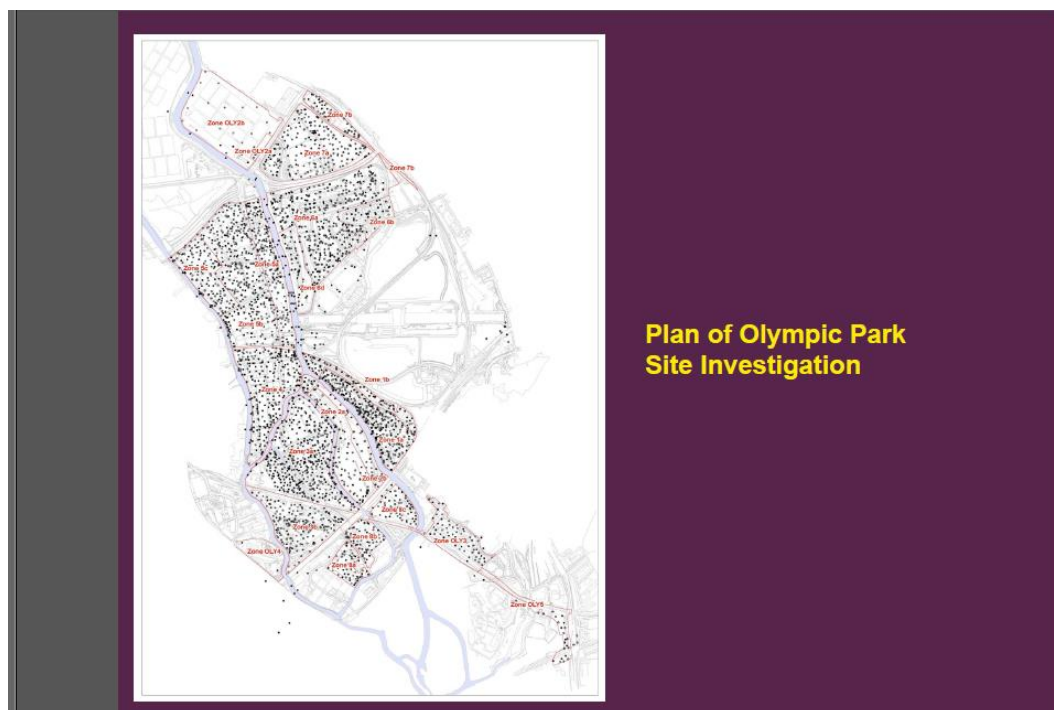


Figura 3: Planta do Site de investigação do projeto de remediação de áreas contaminadas, Londres.  
Fonte: Associação Brasileira de Águas.

Após, a construção do modelo conceitual, a área foi dividida em dois centros de tratamento de solos contaminados, o Norte e o Sul. Esses centros eram equipados com processos e mecanismos de descontaminação. A **Figura 4**, a seguir mostra os centros de tratamento Norte e Sul.

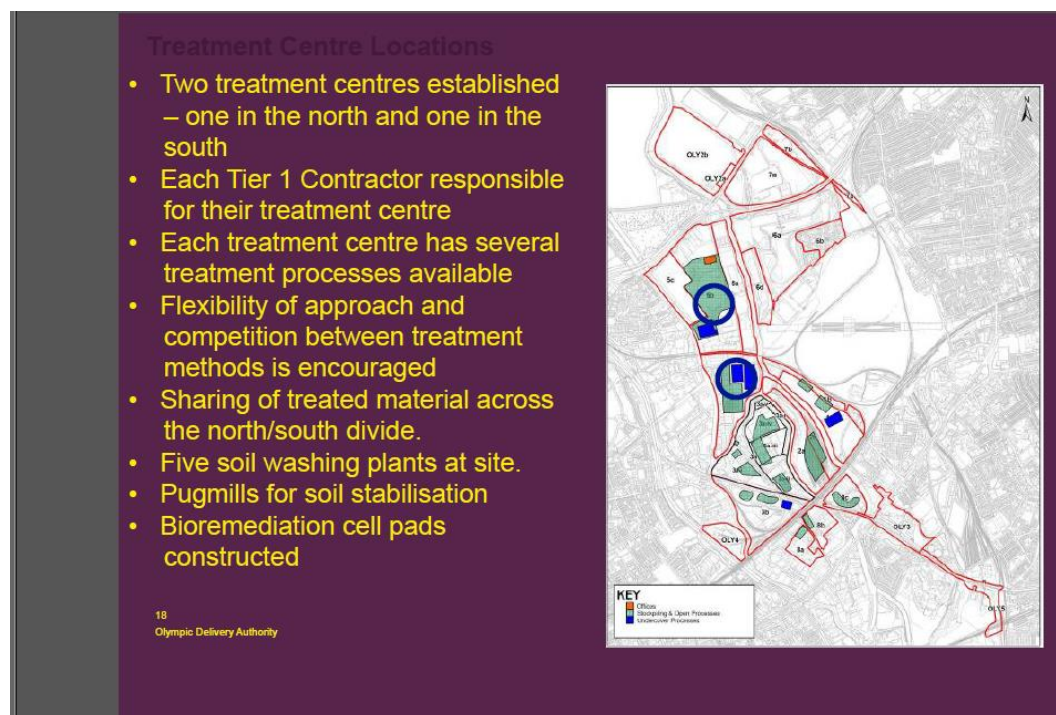


Figura 4: Localização dos centros de tratamentos dos solos contaminados escavados na área.  
Fonte: Associação Brasileira de Águas.

O solo todo foi remediado *in situ*, pelo o método de lavagem, ou seja, o solo era escavado e descontaminado na própria área. Na **Figura 5**, pode ser observada a técnica da lavagem de solo utilizada (JAN HELLINGS, 2012).

A água subterrânea contaminada foi tratada através do método de bombeamento e tratamento da água (*pump and treat*), recuperação da fase livre de hidrocarbonetos presentes em algumas áreas do terreno e através de compostos químicos que eram utilizados para descontaminar a água local (JAN HELLINGS, 2012).



Figura 5: Técnica de lavagens de solo *in situ* utilizada na descontaminação do solo em Londres.  
Fonte: Associação Brasileira de Águas.

Foram escavados cerca de 1.8 milhões metros cúbicos de solo contaminado sendo que destes, 820.000 mil foram tratados e reutilizados. A remediação durou por volta de 4 anos e o monitoramento das áreas que estavam passando pela remediação era constante (JAN HELLINGS, 2012).

Foi a maior obra de reabilitação de uma área contaminada em toda a Europa, e se tornou referência para todos os países que buscavam a revitalização de áreas com passivos ambientais.

Antes desse projeto de descontaminação em Londres, Barcelona já havia passado por esse mesmo processo, em 1992. A área portuária da cidade, chamada de Zona Franca de Barcelona, que havia cerca de 1.200 metros quadrados foi contaminada após 200 anos de exploração industrial e atividades portuárias, como exemplo armazenamento de produto, reparos navais, embarque/desembarque de mercadorias, entre outras (SANCHEZ, 2001).

Em meados de 1871, o porto de Barcelona começou a receber uma nova infraestrutura, foram construídos diversos cais para atracação, armazéns e depósitos, pátios de manobras e linhas férreas, que cortavam o porto com o intuito de escoar a produção. Além dessas obras, a cercania do porto que era ocupada por diversas fábricas como, Alvenarias, serralherias, alimentícias, reparos navais, entre outras, também foi se desenvolvendo, junto com o crescimento da região portuária (PORTO DE BARCELONA, 1872; MASCARENHAS, 2013).

O porto de Barcelona armazenava, exportava/importava produtos como, tecidos, vestuário, maquinário, derivados de petróleo, produtos químicos, metais e maquinários. Porém, assim como todas as zonas portuárias, em meados de 1970, o porto entrou em decadência, os obstáculos técnicos, como aumento das embarcações e o crescimento das atividades portuárias afetou o funcionamento do porto (PORTO DE BARCELONA, 1906).

Barcelona então seguiu os mesmos passos de cidades portuárias, deixando para trás o passivo ambiental criado pelas indústrias e atividades ligadas ao porto. A região que estava contaminada por rejeitos industriais como, metais pesados, derivados de petróleos e rejeitos domésticos, somente foi recuperada devido ao projeto de revitalização, que foi implementado para a construção de vilas olímpicas para a realização dos Jogos Olímpicos de 1992 (SANCHEZ, 2001; URBANSYSTEMS, 2012).

O projeto de recuperação ambiental realizou a escavação e remoção do solo contaminado para serem limpos e esse mesmo foi reutilizado nas obras de revitalização portuária. Não somente o solo foi reutilizado, os resíduos construtivos gerados nas demolições dos armazéns e galpões também foram reutilizados para a ampliação do porto (URBANSYSTEMS, 2012).

Os casos de Londres e Barcelona foram os principais do continente Europeu, em relação à recuperação ambiental. Toda a zona portuária, que estava contaminada, passou por remediação para poder comportar outros tipos de uso. Porém, não só os portos que sofreram mudança de uso e ocupação do solo tiveram suas contaminações confirmadas.

Algumas zonas portuárias, que ainda encontram-se em operação, sofrem com a contaminação oriunda das atividades industriais localizadas em suas cercanias e com as atividades ligadas ao funcionamento do porto, confirmando assim, a necessidade de estudos de recuperação ambiental antes de uma mudança de uso e ocupação do solo, como foi o caso de Barcelona e Londres.

No porto de Nova York, por exemplo, em 2002 foram encontradas contaminações; os sedimentos vindos da bacia que alimentava a baía estavam sendo contaminados por indústrias alocadas próximas ao porto. A contaminação se deu por compostos químicos tóxicos e carcinogênicos, como as bifelinas policloradas, mais conhecidas como PCBs e dioxinas, que não só foi detectada em organismos aquáticos, mas, também em seres humanos. Como medida emergencial o órgão ambiental determinou a dragagem desses sedimentos contaminados (ALONSO e EGYDIO, 2002).

Segundo, o site da EPA (Environmental Protection Agency), toda a costa dos EUA e todos os portos que possuem uma intensa atividade industrial e terminais de carga de porte estão sofrendo com intensas contaminações por PCBs.

A província de Ontário no Canadá passou por problemas de contaminação em áreas de terminais de carga. A área do porto de Hamilton, que foi construído em meados de 1763, nos Grandes Lagos, está tão contaminada que impossibilita grande parte vida da aquática. (ALONSO e EGYDIO, 2002).

Duas indústrias siderúrgicas e outras empresas localizadas na área portuária são responsáveis pela disposição de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, metais pesados e PCBs, considerado carcinogênicos, que afetam a qualidade de vida do organismo aquático, exigindo a restrição de seu consumo pela população (ALONSO e EGYDIO, 2002).

O governo local providenciou, como medida emergencial, o monitoramento da vida aquática e, além disso, a dragagem de cerca de 4 milhões de metros cúbicos de sedimentos contaminados nas regiões mais críticas (ALONSO e EGYDIO, 2002).

Sánchez (2001) apontou, como área reabilitada, o porto de Montreal, também localizado no Canadá. Levantamentos feitos no porto constataram a existência de 100 mil metros cúbicos de sedimentos contaminados por fontes industriais e urbanas localizadas no porto e em suas cercanias.

A contaminação se deu por metais pesados por partes das indústrias, e o solo contaminado foi escavado e levado para um centro de tratamento que fez a limpeza deste. Segundo a agência ambiental do Canadá, foi necessário um investimento de 136 milhões de dólares canadenses para a descontaminação do local (SANCHEZ, 2001).

No Brasil, não é muito diferente, podemos citar o exemplo do porto de Santos que é monitorando pela CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental) desde 1972.

A Baía de Santos, onde se localiza o porto de Santos é um exemplo brasileiro de maior degradação ambiental em áreas costeiras. A CETESB apontou como causa dessa degradação a poluição de origem doméstica e industrial, além de contaminações oriundas por atividades portuárias.

Em 1999, foi realizado um grande estudo de contaminação na baía de Santos. Segundo a CETESB, o projeto abrangeu 26 pontos de amostragem, incluindo rios, estuários e o mar. Foram determinados cerca de 120 parâmetros para análise, envolvendo metais pesados, pesticidas, organoclorados, organoclorados aromáticos, organofosforados, herbicidas e outros pesticidas,



PAHs, solventes aromáticos e halogenados, PCBs, dioxinas e furanos. Após esse estudo concluiu-se que a região ainda sofria com valores acima dos estabelecidos para metais pesados e compostos organoclorados. E desde então, a área passou a ser monitorada pela CETESB.

Outro exemplo, no Brasil, é a Baía de Todos os Santos, localizada no estado da Bahia, a segunda maior baía costeira do Brasil, que ocupa uma área de 1.233 km<sup>2</sup> está sofrendo com a intensa contaminação por indústrias.

A zona portuária, da Baía de Todos os Santos, começou a se desenvolver em meados de 1930, o porto começou a despontar com a descoberta da exploração do petróleo na região Logo, o modelo de desenvolvimento econômico passou a se basear na indústria química (DA ROCHA *et. al*, 2012; CELINO e QUEIROZ, 2008).

Ao redor do porto, encontram-se somente indústrias voltadas para química, petroquímica, metalúrgicas e de produtos fertilizantes. Os produtos utilizados pelas indústrias são, metais pesados, ácidos minerais, sulfetos e sulfatos metálicos, derivados de petróleo, soda, naftaleno, benzeno, fenol, polipropileno, cloro, hexano, óxidos, brita, amônia, entre outros diversos produtos químicos (CELINO e QUEIROZ, 2008).

Os sedimentos da baía estavam contaminados por esses compostos utilizados nas indústrias e também por efluentes domésticos, pois, a costa também esta sendo ocupada por residências, sem nenhuma infraestrutura urbana.

O órgão responsável pelo porto, como medida de recuperação da área, escavou os sedimentos contaminados, porém, esses sedimentos foram dispostos em uma área dentro do próprio porto, e como não receberam os devidos cuidados e tratamentos, acabaram por contaminar outra área (DA ROCHA *et. al*, 2012; CELINO e QUEIROZ, 2008).

A análise desses casos de contaminação comprovou, que a maioria das áreas e das cercanias que abrigam ou abrigavam atividades com potencial de contaminação, em sua zona portuária, estão de fato contaminadas.

A região do porto do Rio de Janeiro, não seguiu passos muito diferentes, se configurando no processo de cidades portuárias. O espaço foi se desenvolvendo e crescendo com atividades de suporte ao porto como: industriais/comerciais, movimentação e armazenamento de cargas e reparos navais.

A seguir será analisada a construção do porto e da área portuária da cidade do Rio de Janeiro, nosso objeto de estudo. Serão apontados as principais atividades, mercadorias e fábricas, que ao longo do tempo foram sendo responsáveis pelos passivos ambientais encontrados hoje na área. Alguns desses passivos já foram lixiviados com o tempo, porém, outros ainda persistem no ambiente, sendo foco de preocupação para as mudanças de uso e ocupação do solo que vem ocorrendo no local devido ao projeto “Porto Maravilha”.

### **2.3. Histórico de ocupação da zona portuária do Rio de Janeiro:**

Em meados de 1580, na fundação da cidade do Rio de Janeiro, já estava marcado o destino mercantil da pequena cidade, colônia de Portugal. A coroa Portuguesa, com todas as conotações mercantilistas, preocupava-se fundamentalmente com a criação de centros costeiros de irradiação, capazes de magnetizar o que fosse produzido na região. Os portos eram o principal ponto de referência dos comerciantes, na medida em que permitiam a centralização da produção e garantiam o direito de exclusividade do comércio (LOBO, 1978).

As atividades portuárias começaram a crescer próximas ao sopé do Morro do Castelo, onde o ancoradouro era favorável. O pequeno povoado que ali se encontrava, com o tempo foi crescendo e se desenvolvendo. Na **Figura 6**, pode ser visto o Morro do Castelo, que se localizava na frente da praia Santa Luzia e na Ponta do Calabouço. A **Figura 7** mostra como era o pequeno povoado que foi se desenvolvendo no sopé do Morro do Castelo (LAMERÃO, 2006).





Figura 6: Planta da cidade do Rio de Janeiro com vista para o Morro do Castelo e os cais de atracação.

Fonte: skyscrapercity.com



Figura 7: Povoado que se localizava no sopé do Morro do Castelo e a localização de outros pontos importantes da cidade.

Fonte: skyscrapercity.com

A cidade foi prosperando de acordo com os ciclos econômicos, que davam base para o aumento das atividades comerciais e para o aumento da população. O pequeno porto, que ali crescia era o principal ponto responsável pelo escoamento da produção que se desenvolvia na cidade.

O primeiro movimento econômico e social que ali se iniciou, remontam o período colonial, com o ciclo da cana-de-açúcar. Na época, o recôncavo da baía era todo ocupado por diversos engenhos, que eram responsáveis pela produção de caixas de açúcares e pipas de aguardente que aguardavam serem transportadas para sua metrópole (BAER, 2003).

Além do açúcar, outros produtos produzidos eram exportados para Portugal, porém, em menor escala, como o fumo, o pau-brasil, o arroz e couros. Quanto ao comércio de importação, os produtos eram basicamente gêneros alimentícios de luxo como, vinho, azeite de oliva, sal, farinha e, sobretudo manufaturas e metais, o ferro em particular (BECKER e EGLER, 1993).

A partir, de meados de 1709, a economia do Brasil teve um novo impulso econômico, uma nova descoberta que iria alavancar a exportação e a economia do país, o Ciclo da Mineração. Expedições descobriram no interior do país, grandes minas com metais valiosos e pedras preciosas.

O incremento da mineração, fez com que o Rio de Janeiro despontasse como um porto importante, que se tornou principal centro exportador de minérios e pelo qual entravam artigos importados e manufaturados, vindos da metrópole. Não demorou muito para que as mais importantes casas comerciais, instituições financeiras e vários outros serviços lá se instalassem (BAER, 2003).

Com o reconhecimento e crescimento do porto do Rio, desenvolveram-se na cidade atividades ligadas ao porto. No litoral da Prainha e Valongo começaram as instalações de novos trapiches, armazéns e algumas indústrias de curtume. Logo, começou ali a movimentação de mercadorias e estocagem de produtos do gênero alimentício e manufaturas. Produtos como madeira, agrícolas e manufaturas eram armazenados nos armazéns da praia de D. Manoel e Mineiro (LAMERÃO, 2006 e CRUZ, 1999).



Na **Figura 8**, a seguir, pode ser vista a configuração do porto do Rio, que se tornou um dos principais do Brasil, responsável por uma grande movimentação de mercadorias. Vale ressaltar que até meados de 1769, as atividades ligadas ao porto, o comércio e a densa população se localizavam na costa da Prainha e Valongo, exatamente como está na figura e as praias da Gamboa e do Alferes eram destinadas à agricultura e aos pescadores.

Na **Figura 9**, mostram-se as principais mercadorias que eram armazenadas nos Trapiches localizados na costa e onde se localizava também os Curtumes que foram crescendo na cidade.

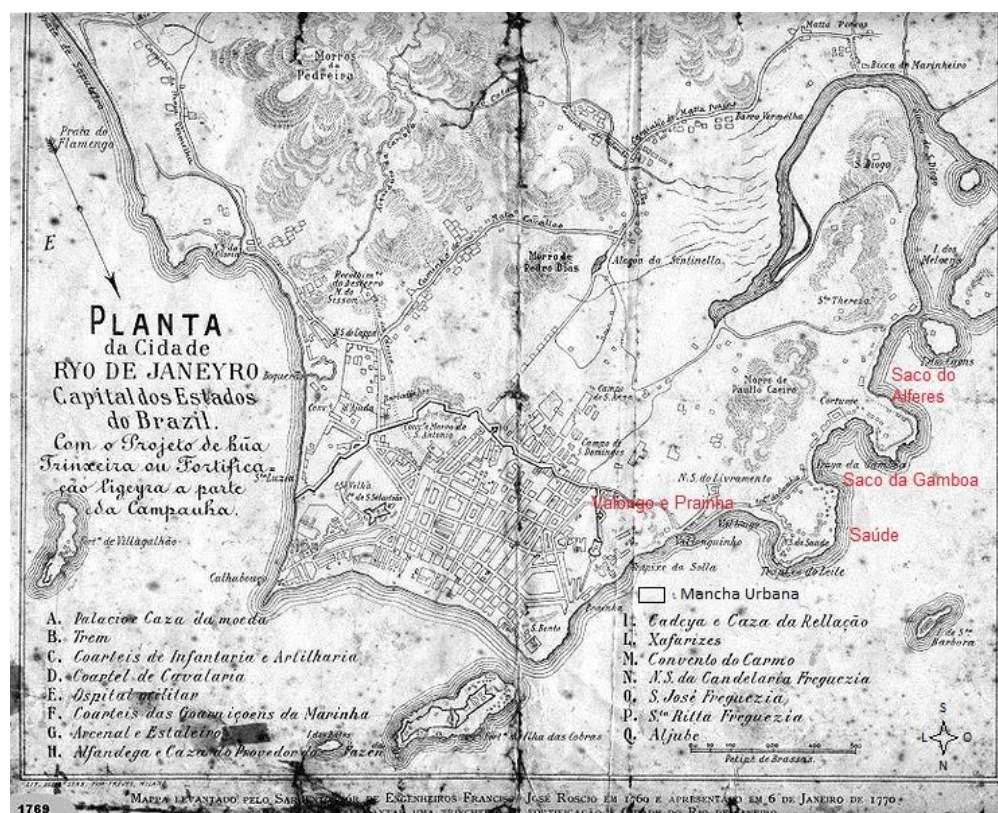


Figura 8: Planta da Cidade do Rio de Janeiro em 1765 destacando a localização do Valongo e Prainha, Saúde, Saco da Gamboa e do Alferes.

Fonte: Instituto Histórico Geográfico Brasileiro.

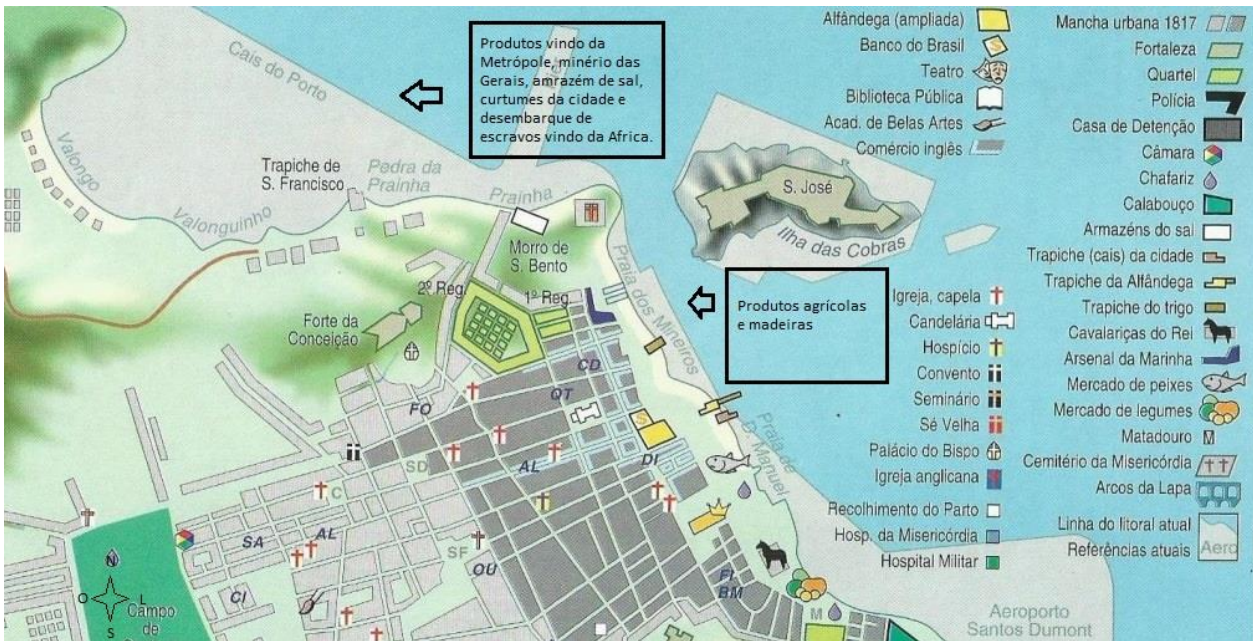


Figura 9: Planta da cidade do Rio de Janeiro com destaque para os principais produtos embarcados/desembarcados nos cais.  
Fonte: Adaptação do Atlas Istoé.

A era colonial, terminou para o país, em meados de 1807, quando Napoleão ocupou Portugal e a família Real veio para o Brasil. Em 1808, instalou-se a capital do império português no Rio de Janeiro, nesse mesmo ano, foi assinado o decreto de abertura dos portos às nações amigas, abolindo de vez a era mercantil do Brasil e abrindo portas para a intensificação do comércio em águas brasileiras (BAER, 2003; BECKER e EGLER, 1993).

O aumento da entrada de navios foi tamanho, em 1810, que as embarcações de navios estrangeiros atingiram o estopim; anteriormente, a esse decreto, dentre os 778 navios que circulavam na baía somente um era estrangeiro. (LAMERÃO, 2006).

A Inglaterra foi um dos países que mais se beneficiou com a abertura do comércio, inundando o mercado brasileiro com produtos manufaturados (roupas e sapatos) e alimentícios (queijo, peixe, cerveja, entre outros produtos) (LAMERÃO, 2006).

O decreto e a vinda da família real para o Brasil, fez com que a cidade do Rio de Janeiro passasse por uma intensa urbanização. A população, que antes era



pequena, rapidamente cresceu. Novas áreas comerciais foram crescendo com a abertura de novas fábricas, trapiches e de atividades ligadas ao porto (ABREU, 2013; BECKER e EGLER, 1993).

O comércio e as atividades portuárias, que se localizavam basicamente na Praia de D. Manuel, dos Mineiros, Prainha e Valongo foram estendidas até o Saco dos Alferes. Na **Figura 10**, pode ser vista a configuração da cidade, com a costa da Praia de D. Manoel, Mineiros, Prainha e Valongo, bastante adensada e os Sacos da Gamboa e do Alferes.

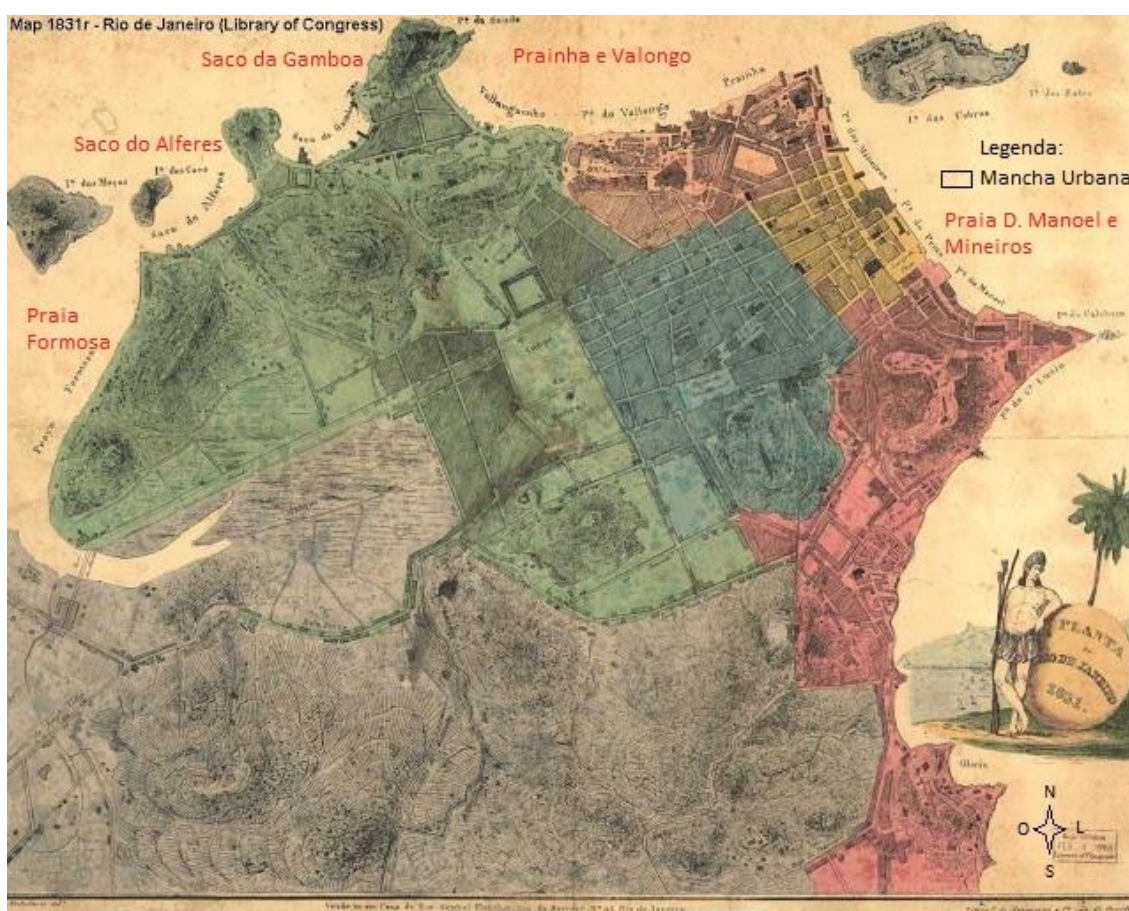


Figura 10: Planta da cidade do Rio de Janeiro em 1831 destacando a mancha urbana que crescia na cidade

Fonte: skyscrapercity.com

Em meados de 1810 foi autorizado o funcionamento de indústrias, fábricas e oficinas no Brasil. No Rio de Janeiro, instalaram-se a Imprensa Vitória Régia, os Arsenais da Marinha e de Guerra na área portuária, uma fábrica de pólvora às

margens da Lagoa Rodrigo de Freitas, enquanto que a indústria de construção naval iniciava-se em Niterói (COELHO, 2007).

O crescimento da cidade atraiu numerosos capitais internacionais, cada vez mais disponíveis em busca de novas áreas de atuação, como no setor de serviços públicos; transportes, esgotamento sanitário e gás, que na época precisavam de uma nova infraestrutura devido ao aumento populacional da cidade (ABREU, 2013).

Assim como nos séculos anteriores, que o crescimento da cidade foi impulsionado por ciclos econômicos, o século XIX teve somente como incomum, o incremento do decreto da abertura dos portos, que fez com que a cidade crescesse e se desenvolvesse mais rápido do que o esperado.

Em meados de 1820-1830, as exportações de café começaram a deslancar, sua produção estava concentrada na região sudeste do país, onde estavam presentes também os maiores portos responsáveis pela exportação/importação. Nessa década, os portos escoavam cerca de 18% da produção do café; além do café outros produtos também eram exportados, sendo eles: açúcar, algodão, couro e peles (BAER, 2003).

Os principais produtos importados pelo Brasil em 1820 foram tecidos, vinhos, sabão e produtos relacionados à perfumaria. Já em 1830, passou-se a importar carvão vegetal em mineral, maquinário, cimento, ferro, ferramentas e artigos de ferro. Esses produtos importados estavam ligados ao início da industrialização do país (IBGE – SIDRA, 2004).

No porto do Rio, a maioria dos armazéns funcionava para armazenar os dois principais produtos brasileiros, o açúcar e o café. O aumento das produções e exportações desses produtos impulsionaram a urbanização e os melhoramentos realizados na orla da baía. Novos cais e armazéns foram sendo construídos ao longo da enseada, tudo isso para dar vazão ao grande número de navios que passaram a ancorar na cidade.

As novas mudanças, realizadas na orla portuária fizeram com que o desenvolvimento da cidade se concentrasse mais ainda em volta da zona portuária. Os bairros da Saúde, Gamboa e Saco dos Alferes estavam crescendo e se desenvolvendo gradativamente, com atividades ligadas ao funcionamento e suporte ao porto, como: depósitos, armazéns e atracadouros. Essas mudanças podem ser vistas na **Figura 11**, que consiste na planta do Cais da Gamboa.

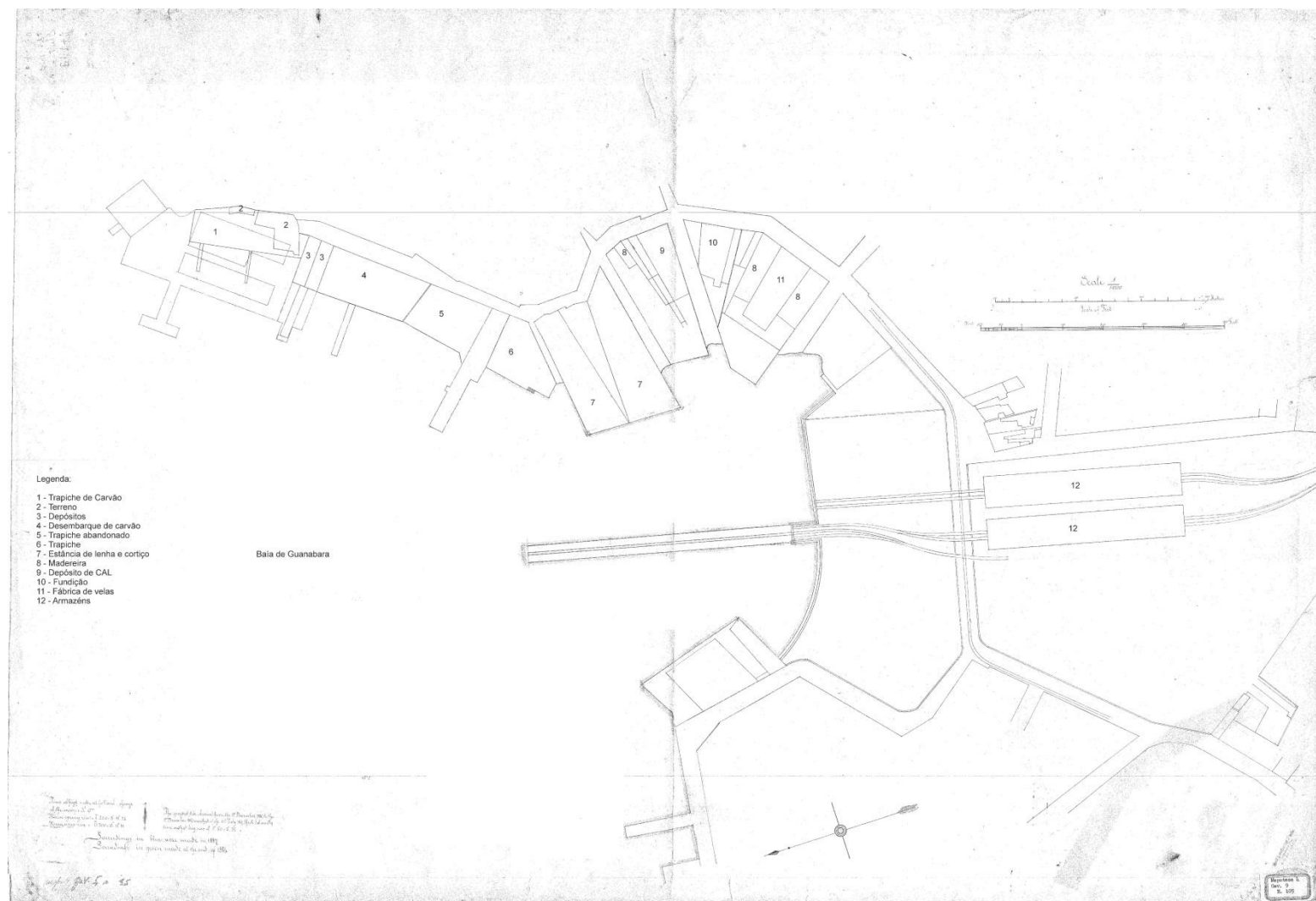


Figura 11: Configuração do Cais da Gamboa em meados de 1850

Fonte: Colocar a planta do IHBG



A construção do Canal do Mangue e da Estrada de Ferro Central do Brasil e as vias de acesso unindo o Centro e a Quinta da Boa Vista, em São Cristóvão (Caminho Aterrado), favorecem a instalação de uma área industrial naquele bairro, voltada para a produção de bens de consumo, como, tecido, vidro, couros, velas e sabões. (COLEHO, 2007).

“As atividades comerciais e portuárias em franca expansão, acrescente-se a presença de atividades manufatureiras, que na década de 1840 registraram significativo avanço. O ramo que teve maior expressão na área foi o de fundições, serralherias e estabelecimentos que processavam metais diversos. Em 1829, foi instalada no caminho do Valongo a Fundação Imperial (depois fundição indígena), o mais antigo estabelecimento do gênero da cidade. Nos anos de 1840, Vieira Souto registra uma ferraria (fundada em 1840 na Rua da Saúde), uma fundição de ferro e bronze (1841, caminho do Valongo), uma oficina de caldeireiro e fundição (1845, Rua do Livramento), uma fundição/serralheria (1840, Rua da Prainha) e uma serralheria/ferraria (1849, Rua da Gamboa).” (LAMARÃO, 2006, p.41-42)

Na segunda metade do século XIX, com a criação das Docas da Alfândega, o porto do Rio de Janeiro passou por melhoramentos para dar conta da movimentação comercial, importação e exportação de mercadorias, se tornando um dos principais portos do Brasil, ele era responsável por escoar grande parte da produção interna do país (LAMARÃO, 2006; BECKER e EGLER, 1993).

Na realização desses projetos de modernização da área portuária, foram feitas grandes extensões de aterros e a construção de inúmeras ferrovias, que ligavam o interior do Rio com o porto, além de ligar outros grandes centros produtores como São Paulo e Minas Gerais (BAER, 2003).

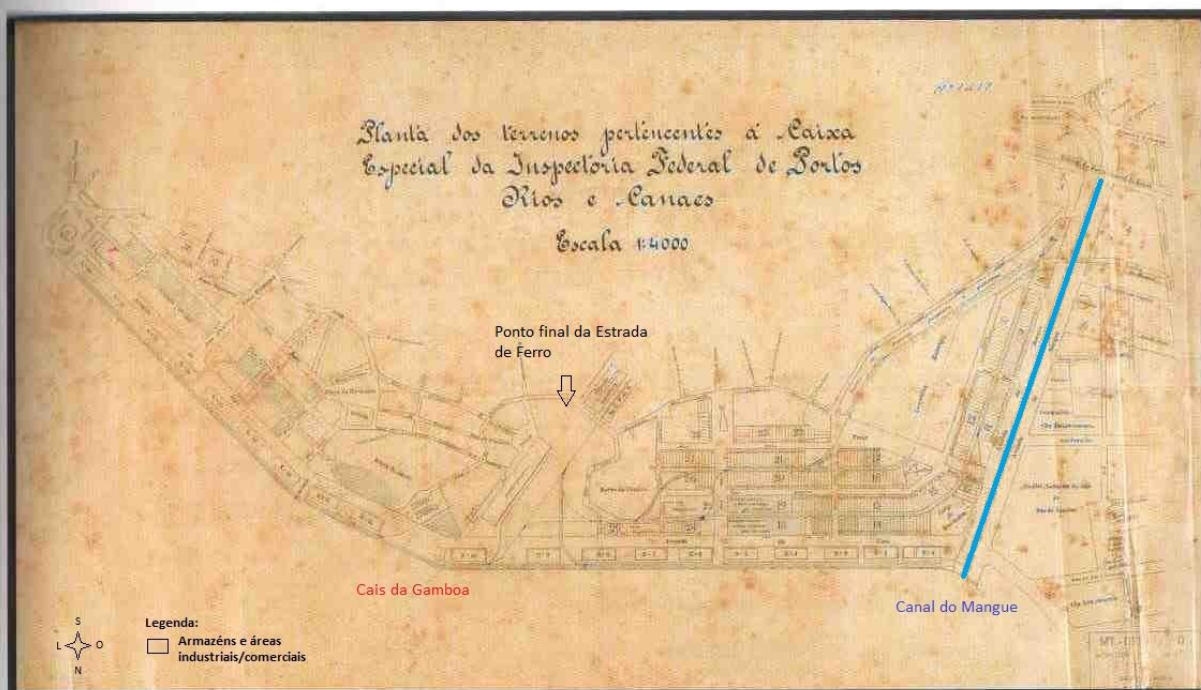
Em 1871, foi inaugurado o Armazém Docas de D. Pedro II (Cais da Gamboa), uma das principais obras portuárias, construída inicialmente para o armazenamento de café, porém, depois de alguns anos foi destinado ao armazenamento de grãos em geral (LOBO, 1978). A **Figura 12**, a seguir apresenta a foto do armazém.



Figura 12: Armazém Docas Don Pedro II, utilizado para o armazenamento de grãos em geral; localizado no cais da Gamboa, Rio de Janeiro.

Fonte: Porto Maravilha

Em 1879, foi inaugurado o Terminal Marítimo da Gamboa, construído entre o morro da Providência e o mar, levando os trilhos da Estrada de Ferro até o porto, com o objetivo de modernizar o embarque do café, principal produto exportado à época (LAMERÃO, 2006). A **Figura 13** mostra o terminal Marítimo da Gamboa após a realização de alinhamento da linha da costa e das obras de melhoramentos do porto.



53

Figura 13: Planta do Cais Marítimo da Gamboa em meados de 1880, destacando-se o ponto final da estrada de ferro e o Canal do Mangue.

Fonte: Biblioteca da Marinha

Com a modernização do porto, e com as obras realizadas ao longo do século XIX, somavam-se na orla da cidade, novos armazéns, fábricas e atividades ligadas ao porto, que se localizavam entre a Prainha e a Praia Formosa (LAMERÃO, 2006).

Os armazéns que se localizavam na costa eram destinados ao armazenamento de diversos tipos de produtos de outros países, eram armazenados em áreas especiais como, os Armazéns Alfandegários. (CRUZ, 1999; MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

Já as atividades de suporte ao porto como estaleiros e reparos navais eram localizadas no Dique da Saúde. Os maquinários e as cargas de gênero a granel eram destinados ao cais da Gamboa e os produtos inflamáveis e corrosivos eram armazenados nas Ilhas e só eram destinados ao porto quando necessários (CRUZ, 1999; MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

Em relação às fabricas, somavam-se cerca de 74 na cidade do Rio de Janeiro e somente algumas eram localizadas fora da região portuária. No ramo de metais eram 12 fábricas, duas de química, sete de fiação e tecidos, três de fiação de ouro e prata, três de galão, três de congêneres, duas de papel, nove de alimentos, três de bebidas, 12 de sabão, três de vela, 12 de chapéus, três curtumes, uma de fósforos, uma óleo vegetal, uma de graxa, uma de tinta e vinagre artificial, uma de sebo, louça, uma de mobília, uma de carruagem, uma de espelho, uma de piano, uma de colchão, uma de asfalto, uma funda de goma elástica e uma vidro e cristal (LOBO, 1978).

Na **Figura 14**, apresentam-se os principais produtos embarcados/desembarcados e armazenados no porto no século XIX.



Figura 14: Principais produtos embarcados/desembarcados nos cais do porto da cidade do Rio de Janeiro.

Fonte: Adaptado do Altas Istoé.

No início do século XX, as políticas de modernização e de infraestrutura da cidade foram continuadas. O porto necessitava de novas obras para poder comportar o avanço tecnológico, pois, as antigas instalações já eram consideradas inadequadas para a movimentação de mercadorias e dos navios.

Em meados de 1900, começaram as mudanças na cidade do Rio, a primeira reforma foi a de Pereira Passos, que tinha como foco principal a mudança da imagem da cidade, buscando se basear nos moldes das cidades europeias (ABREU, 2013).

Pereira Passos queria colocar abaixo todos os cortiços e residências mais pobres que eram responsáveis pela degradação da zona portuária. Queria proporcionar “bom ar” à cidade que na época estava sofrendo com a propagação de diversas epidemias. Investiu também em obras de melhorias e de modernização para a zona portuária.

A primeira planta criada para a modernização da região portuária pode ser vista na **Figura 15**. Nela apresentava-se o novo projeto do cais, com novos armazéns, que iriam ser construídos após o Canal do Manguê.

Em 1902, foi inaugurada a linha férrea Alfredo Maia, que se estendia ao longo do porto. Em 1903, o Governo Federal contratou a firma C.H Walker & C. Ltda. para a construção de um cais de atracação desde, o Arsenal da Marinha até a foz do prolongamento do Canal do Manguê, e obras complementares de aterro, urbanização, armazéns, vias férreas, etc (LAMERÃO, 2006).



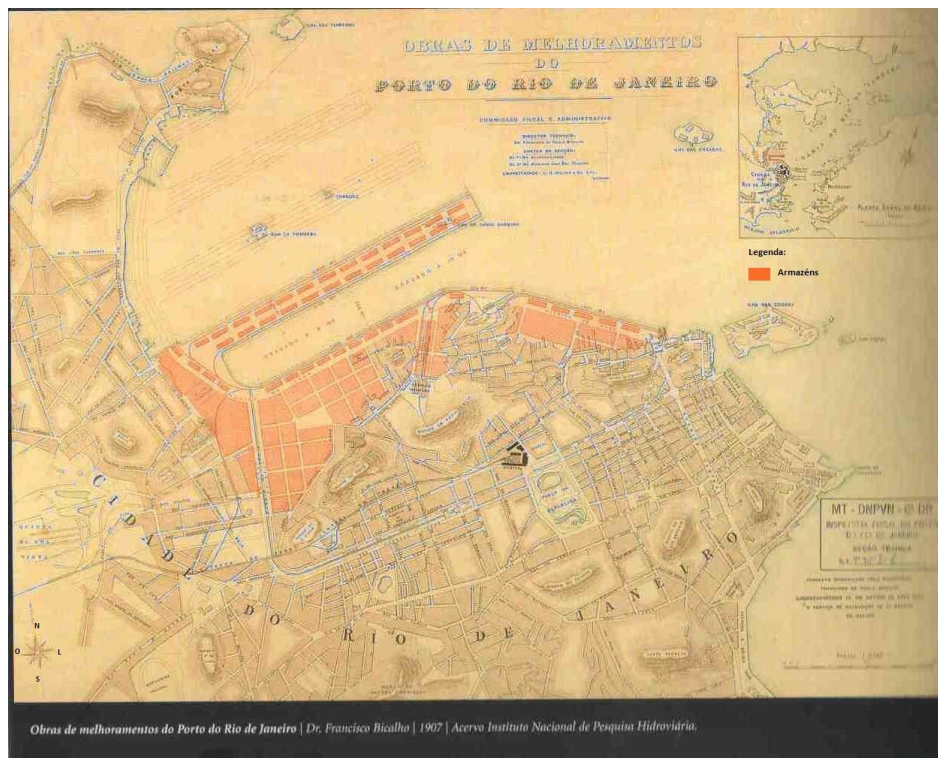


Figura 15: Primeira planta apresentada para as obras de melhoramento do Porto em 1907.  
Fonte: Um Porto para o Rio

O material necessário para a realização dessas obras veio do desmonte do morro do Senado, da terraplanagem das Ilhas dos Melões e das Moças e da areia retirada de bancos da baía de Guanabara até uma profundidade de 10 metros (LAMERÃO, 2006).

Em julho de 1910, foram inaugurados cerca de 2.500 metros de aterro, no Cais da Gamboa, o principal cais da época. Segundo, o Ministério de Aviação e Obras Públicas, por ser o maior cais existente, ele era responsável por armazenar tambores de óleos combustíveis (não eram mais destinados as Ilhas, pois, essas foram desintegradas para a obra de aterro do novo cais, o de São Cristóvão), chapas de aço e minério. (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

O cais era responsável também, por possui diversas oficinas para reparos navais e maquinários, frigoríficos para alimentos, aparelhagem para descarga do Moinho Inglês e Fluminense, estação de expurgo de cereais e o ponto final da estação da Estrada de Ferro, construída para escoar a produção vinda do interior

do país (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957). A seguir na **Figura 16**, podem ser observadas as principais mercadorias armazenadas, embarcadas/desembarcadas no cais da Gamboa.



Figura 16: Cais da Gamboa e as principais atividades realizadas em meados de 1910, Rio de Janeiro –RJ

Fonte: Skyscrapercity.com

Na **Tabela 1**, apresentam-se os principais produtos armazenados e transportados no porto do Rio de Janeiro, como pode ser visto na **Figura 16**, eram todos armazenados no Cais da Gamboa.

Tabela 1: Importações de mercadorias embarcadas/desembarcadas no Porto do Rio de Janeiro – RJ  
Fonte: Acervo do Instituto Histórico Geográfico Brasileiro

<b>INDÚSTRIA (Brasil)</b>			
<b>DISTRIBUIÇÃO DE MERCADORIAS DE IMPORTAÇÃO (%EM DOLAR)</b>			
<b>ANO</b>	1938-39	1948-50	1961
<b>PRODUTOS</b>			
Alimentício, bebida e fumo	14,9	17,9	13,5
Combustível	13,1	12,8	18,8
Matéria-Prima	30,0	23,8	26,3
Bens de capital	29,9	35,2	39,8
Bens de consumo	10,9	9,7	1,5
Outros	1,2	0,6	0,1
Total	100,0	100,0	100,0

As obras finais do porto perduraram por muitos anos e só terminaram de fato em meados de 1924. A configuração não ficou igual à primeira planta apresentada na **Figura 15** e sim exatamente como mostra a **Figura 17**, a seguir.

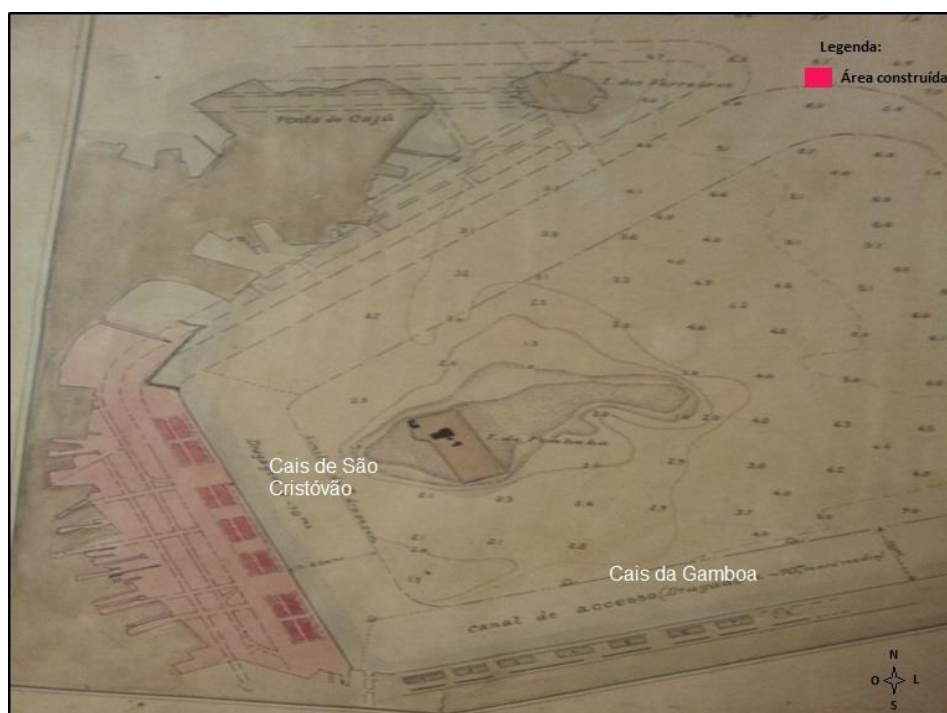


Figura 17: Planta da configuração final das obras realizadas no porto em 1924, Rio de Janeiro - RJ  
Fonte: Biblioteca da Marinha



Essa nova configuração da zona portuária deu lugar a um novo cais, denominado cais de São Cristóvão. Agora, somavam-se na orla dois grandes cais importantes, o da Gamboa e de São Cristóvão. Ambos eram destinados ao embarque/desembarque de mercadorias, e suas cercanias ao armazenamento destas. As atividades realizadas por eles podem ser analisadas na **Figura 18**.

O cais de São Cristóvão foi destinado ao parque de carvão, onde era movimentado o carvão nacional e importado. Os galpões de suas cercanias eram utilizados para armazenar materiais pesados e minério, que eram recebidos pelas linhas férreas e exportados pelo mar. As grandes indústrias Belgo-Mineira e a Companhia de Gasolina Texas Atlantic mantinham nessa zona seus depósitos e instalações (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

Já o cais da Gamboa não mudou sua função, atividades, e era destinado ao frigorífico alimentício, onde se localiza a aparelhagem de descarga dos moinhos, oficinas de reparos navais e ponto final da Estrada de Ferro, onde era escoada a produção vinda do interior do país. Porém, o cais não era mais responsável pelo armazenamento de óleo de combustível, visto que, nessa época foram construídas diversas canalizações subterrâneas de óleo combustível e água, destinadas ao abastecimento de navios (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

As atividades de suporte ao porto se estenderam para o bairro Caju e lá se localizavam os galpões destinados ao armazenamento de inflamáveis e instalações para bombeamento e depósito de óleo combustível (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).



Figura 18: Atividades realizadas nos Cais da Gamboa, São Cristóvão e Caju em meados de 1925-1930, Porto do Rio de Janeiro – RJ.

Fonte: Foto adaptada do Google Earth.

Com a eclosão da Primeira Grande Guerra, as indústrias brasileiras se expandiram, devido à dificuldade da importação de produtos (política de substituição de importação). Foram implantadas no país indústrias químicas, farmacêuticas e de veículos motores. Os artefatos fabricados por essas indústrias passaram a ser os principais estocados e desembarcados na zona portuária do Rio de Janeiro.

“A diversificação da indústria na década de 1920 tem sido atribuída a várias causas. Em primeiro lugar, muitas oficinas de reparo que existiam antes da Primeira Grande Guerra Mundial ampliaram suas atividades durante os anos da guerra, reinvestindo seus lucros após a guerra para aumentar sua capacidade de produção. Em segundo lugar, o capital estrangeiro ingressou em setores como cimento, aço e vários bens de consumo durável, em sua maioria operações de montagem. Em terceiro lugar, o governo concedia ajuda especial a empresas de novos setores, com isenção de impostos para importação de equipamentos, empréstimos subsidiados e etc.” (BAER, 2003, p.52).

As pequenas indústrias e de bens de capitais ligadas à produção de artefatos de metal cresceram consideravelmente, assim como as indústrias ligadas à produção de cimento. Segundo Baer (2003), uma firma estabelecida em 1924

começou a produzir cerca de 30 mil toneladas/ano e dois anos depois aumentou para 96 mil toneladas/ano.

Na década de 30, o crescimento da produção industrial foi acompanhado pela expansão da capacidade, diferentemente do café que, sofreu uma brusca queda. O produto advindo de uma agricultura arcaica não ocupava mais o primeiro lugar no mercado de exportação (BAER, 2003).

Em 1939, a economia do Brasil se baseava na produção da indústria têxtil, de produtos derivados de metais, das indústrias cimenteiras, químicas e farmacêuticas, mineração, entre outras. Essas indústrias atingiram uma taxa média de crescimento de 8,4% contra 2,2% da agricultura (BECKER e EGLER, 1993).

Em 1940, com a Segunda Grande Guerra, a produção industrial cresceu 5,4%, esse impulso da industrialização se deu devido à valorização dos produtos fabricados no Brasil, as importações tiveram um aumento considerável. Especialmente, os produtos derivados de metal (9,1%), têxteis (6,2%), calçados (7,8%), bebidas e fumo (7,6%), remédios, inseticidas, fertilizantes e combustíveis (BAER, 2003).

Baer e Lobo (2003 e 1978) afirmam que o Brasil importava combustível de outros países em meados de 1950, foram importados cerca de 316.108 toneladas de derivados de petróleo. Desde o século XIX o país importava combustível, pois, ainda não havia sido comprovada a existência de petróleo em terras brasileiras.

Segundo consta no site da Fecombustíveis, o óleo combustível era comercializado em latas e tambores, que ficavam armazenados nos galpões que se localizavam próximo ao porto ou mesmo no porto, como foi dito anteriormente. Segundo Cruz (1999), essas cargas a granel, que desembarcavam no porto, eram principalmente armazenadas no cais da Gamboa e elas eram utilizadas basicamente para alimentar as máquinas das indústrias e alguns navios que ali ancoravam.

Já no século XX, as principais empresas que comercializavam os derivados de petróleo eram a Standart Oil Company of Brazil (ESSO), A Anglo

Mexican Petroleum Products Company Limited (SHELL) e a empresa Texas Company (TEXACO).

Segundo o site da Fecombustíveis, nos primeiros anos do século XX, a gasolina ainda era comercializada em latas e tambores. O primeiro caminhão-tanque surge somente em 1925, inaugurando a venda da gasolina a granel. O veículo chamado “Motano” tinha capacidade de 3.000 litros, foi projetado, construído e desenhado inteiramente no Brasil por técnicos da ESSO.

Em 1937, Vargas determina na nacionalização da Indústria do Petróleo. Já em meados de 1939-40, a Shell comprova a existência de petróleo em terras brasileiras, o primeiro poço construído foi no município de Lobato na Bahia.

Nesse mesmo ano a Shell adquiriu seu primeiro vagão tanque ferroviário para transportar os barris de petróleo. Porém, segundo consta no site da empresa, em meados de 1920, já havia sido construído um armazém na zona portuária do Rio de Janeiro, para estocar os produtos derivados de petróleo, que eram utilizados para abastecer os navios que ali ancoravam.

Em 1945, com o fim da Era Vargas o Brasil, começou a investir na “nacionalização dos bens do subsolo”, junto com as empresas estrangeiras como a Shell e com empresas estatais como Petrobras, criada em meados de 1953. A exploração do petróleo tornou-se o principal foco e bem de produção do país, passando a ser um dos principais bens de exportação (BAER, 2003).

Na década de 1950, foi inaugurada a refinaria de Manguinhos, durante a campanha do “Petróleo é Nosso”, na Avenida Brasil, e tinha como principal atividade comercializar e distribuir os principais derivados de petróleo.

Além da Refinaria de Manguinhos, passavam na área portuária outros dutos, como visto anteriormente. Essas tubulações interligavam as indústrias com o Porto do Rio e tinham por finalidade o transporte de derivados de petróleo (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957).

Foram construídos em cima do Morro do Pinto, alguns tanques aéreos que, através de dutos, transportavam derivados de petróleo para o porto. Segundo o

Diário Oficial de 1952, esses dutos pertenciam à empresa Shell, e sua trajetória seguia do Morro do Pinto, pela Rua Professor Pereira Reis, e ia até mais ou menos o armazém 13 do Cais do Porto.

Em 1961, foi inaugurada a Refinaria de Duque de Caxias (REDUC), a maior do país na época, processando 220 mil barris/dia. Sua produção também era escoada para a zona portuária (COELHO, 2007).

Em meados de 1962, foram realizadas novas obras no porto; foi aterrado a Ponta do Caju para a construção do Cais do Caju ou Cais dos Minérios. No final dessa década os principais produtos armazenados e descarregados/carregados eram: café, minério e produtos derivados de petróleo.

A **Figura 19** mostra os principais produtos armazenados e que chegavam/saiam no cais do porto da cidade do Rio de Janeiro, já em meados de 1980.



Figura 19: Principais produtos embarcados/desembarcados no Porto do Rio de Janeiro – RJ em meados de 1980/1990

Fonte: Foto adaptada do Google Earth

No final do século XX, as atividades portuárias sofreram modificações. A zona portuária passou por um período de declínio, diminuindo consideravelmente suas atividades. Esse declínio ocorreu devido ao fato da região não ter acompanhado os avanços tecnológicos, como, maior espaço para estocagem de mercadorias, maior área para movimentação de máquinas, maiores navios e os avanços da engenharia naval.

As atividades portuárias funcionavam em condições precárias, pois, não tinham espaço físico para poder se desenvolver, a logística e infraestrutura dessas empresas encontravam-se limitadas. A solução foi, com o tempo, ir deslocando tais atividades para outras áreas, onde havia espaço suficiente para atender às demandas espaciais e funcionais do porto e de suas áreas retroportuárias.

Porém, essas atividades, ao saírem da região do Porto do Rio de Janeiro, não deixaram somente as edificações sem uso na paisagem urbana, deixaram também, passivos ambientais significativos, uma vez que essas áreas sempre foram destinadas ao uso industrial/comercial e de atividades ligadas ao funcionamento do porto.

Assim como a maioria das cidades portuárias mundiais, que passaram pelo processo de revitalização, a zona portuária do Rio de Janeiro não seguiu passos muito diferentes e atualmente está passando por essa reurbanização, sendo alvo imobiliário devido ao projeto “Porto Maravilha”.

Porém, vale lembrar que essa mudança de uso e ocupação do solo é um pouco delicada visto que, a região sempre contemplou atividades com potencial de contaminação, e durante um longo período de tempo. Com base nessa problemática de mudança de uso e de passivos ambientais que alguns terrenos podem ter, foram analisados alguns tipos de atividades pertinentes à área portuária, atividades essas que possuem grande potencial de contaminação do solo e da água subterrânea.

## **2. 4. Fontes de contaminação no Porto do Rio de Janeiro**

Como foi analisado anteriormente no histórico da zona portuária, diversas atividades e inúmeros tipos de indústria ocuparam o local durante um longo período do tempo, principalmente em meados do século XX, com a ascensão industrial da cidade.

Além dessas indústrias, podemos citar também os diversos armazéns e galpões, que ao longo dos anos também armazenaram os mais diversos produtos, tanto de importação quanto de exportação.

Essas atividades que foram realizadas na área, não tiveram uma preocupação ambiental (nem poderiam ter, pois, a questão ambiental surge somente em meados de 1960), gerando assim contaminações em toda a zona portuária e em suas cercanias.

Essas contaminações ocorreram devido ao processo de produção/fabricação, transporte e armazenamento de produtos, da matéria-prima utilizada, da disposição inadequada de resíduos, na utilização de pesticidas, entre outros fatores.

Esses passivos ambientais originados por essas atividades passadas podem persistir por um longo período no meio ambiente. Essa acumulação da contaminação irá depender de fatores como concentração do contaminante na área, da característica físico-química dos produtos utilizados, tempo de contato do produto com o meio, geologia do solo, vazão da água subterrânea, entre outros fatores.

Com isso, analisaremos a seguir, as principais fontes de contaminação que foram encontradas, no estudo histórico da área, podendo-se assim caracterizar um possível histórico de fontes de contaminação da região portuária da cidade do Rio de Janeiro.

Esse histórico de fontes de contaminação é uma contribuição para possíveis estudos ambientais que poderão ocorrer na região, ou seja, essa análise



poderá ajudar na busca de determinados compostos químicos que contaminaram e/ou contaminam o solo e a água subterrânea da zona portuária.

#### **2.4.1. Fonte de contaminação Industrial**

As indústrias podem provocar contaminações em solo e água subterrânea, caso não opere em condições apropriadas. Algumas dessas indústrias e atividades comerciais, quando foram construídas, não se preocupavam com o meio ambiente, até porque, como visto anteriormente, o meio ambiente só foi levado em consideração em meados de 1960.

Logo, durante muito tempo, por falta de informação, produtos potencialmente poluidores foram dispostos diretamente no solo, gerando inúmeras contaminações tanto no solo quanto na água subterrânea.

O processo de contaminação é muito simples e muitas vezes, dependendo do tipo do solo ocorre bastante rápido. Os contaminantes ao serem depositados, vazarem, ou se derramarem, ao atingirem a superfície do solo, passam a se infiltrar lentamente pelo meio poroso, indo ao encontro das águas do lençol freático, que é o primeiro meio mais vulnerável. Dependendo do tipo de solo, ou seja, se este é mais granuloso ou não, o contaminante fica retido nele por um longo período de tempo, armazenando em seus poros fase residual dos produtos.

O contaminante ao infiltrar pelos poros do solo migra para o lençol freático formando assim uma pluma de fase dissolvida de contaminantes. Caso o produto seja imiscível com a água, poderá se desenvolver outra fase separada, denominada fase livre, que irá flutuar sobre o nível d'água (se for menos denso) ou infiltrar-se para maiores profundidades (se for mais denso que a água). E se o contaminante for volátil, ainda poderá se desenvolver uma fonte de vapores presentes na zona não-saturada.

Diante desse processo de poluição do meio, citaremos algumas das principais fontes de contaminação da zona portuária que foram se desenvolvendo ao longo do tempo, analisaremos também o processo de produção dessas atividades passadas, para podermos comparar com as contaminações encontradas atualmente na área.



### **Indústria de beneficiamento de couro:**

O processo de salgadeiras, que ocorre dentro de uma fábrica denominada curtume, é um dos processos produtivos mais antigos que se tem conhecimento. De maneira semelhante a outros processos industriais, ele também é causador de impactos ambientais relevantes.

As primeiras fábricas que foram construídas na orla da Baía de Guanabara foram às de beneficiamento de couro. Elas eram responsáveis pela fabricação de calçados, cintos e estofados em couro. As fábricas, inicialmente, em meados de século XVIII, eram localizadas na Prainha e no Valongo, na medida em que a cidade foi crescendo as fábricas foram ocupando novos espaços, na Gamboa e Saúde. Posteriormente, em meados do século XIX, com o crescimento da ferrovia, as fábricas foram deslocadas para São Cristóvão.

O tratamento de peles e couros naquela época ocorria simplesmente pela desidratação, processo simples onde se utilizava sal marinho para acelerar a desidratação. Após esse processo, lavava-se a pele para a retirada do excesso de sal e em seguida colocava-se Cal para amolecer o couro e retirar a pelagem e por fim eram fabricados os produtos de couro.

Em meados do século XIX, com o desenvolvimento da área química, a indústria de beneficiamento de couro recebeu novos incentivos, o processo em si não sofreu grandes modificações, porém, não era mais utilizado o Cloreto de Sódio para a desidratação do couro, e sim o sal de cromo (Nitrato de Cromo III), além de outros produtos químicos.

Esses produtos químicos são incrementados em cada etapa do processo de beneficiamento, etapas essas que são divididas em três, a) Ribeira que tem por objetivo a limpeza do couro; nessa etapa utilizam-se produtos como sal de cromo, e eventualmente inseticidas ou biocidas, para a conservação da pele. Para limpeza em si são utilizados detergentes entre outros inúmeros produtos químicos, b) a de curtimento, utiliza-se diversos metais como, sais de alumínio, titânio, magnésio, cromo (mais utilizado), entre outros produtos, c) acabamento final utilizam-se também diversos metais, tintas, e produtos químicos orgânicos.

## Indústria têxtil

As indústrias têxteis começaram a se desenvolver no país em meados da década de 1840. O número de indústrias têxteis aumentou ainda mais na década de 1870, na região do Rio de Janeiro. Em 1905, as indústrias mais que dobraram e atingiram cerca de 110. A **tabela 2** a seguir mostra a evolução da indústria têxtil.

As indústrias de tecidos inicialmente, ficavam localizadas na Freguesia da Candelária, com o tempo foram sendo deslocadas para outras áreas da zona portuária. Santo Cristo, por exemplo, passou a ser uma região industrial. Algumas dessas fábricas, em meados de 1910, foram transferidas para o interior da cidade, para os bairros da Tijuca, Vila Isabel e Gávea.

Tabela 2: Evolução da produção têxtil na cidade do Rio de Janeiro.  
Fonte: Acervo histórico do IBGE

INDÚSTRIA			
PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA TÊXTIL 1853-1948			
Ano	Número de Fábricas	Operários	Produção (1.000 metros)
1853	8	424	1.210
1866	9	795	3.586
1885	48	3.172	20.595
1905	110	39.159	242.087
1915	240	82.257	470.783
1921	242	108.960	552.446
1925	257	114.561	535.995
1929	359	123.470	477.995
1932	355	115.550	630.738
1948	409	224.252	1.119.738

É sabido que o processo de produção da indústria têxtil é composto de várias etapas que podem gerar degradação ambiental, caso não sejam tomados os cuidados necessários.

O processo produtivo da cadeia têxtil é dividido em cinco etapas:

- a) Fiação – etapa de obtenção dos fios a partir das fibras têxteis;
- b) Beneficiamento – etapa de preparação dos fios para o seu uso final ou não;
- c) Tecelagem e/ou malharia – etapas de elaboração dos tecidos;
- d) Enobrecimento – etapa de preparação, tingimento, estamparia e acabamento;
- e) Confecção – ultima etapa, consiste na preparação da peça.

Essas etapas utilizam produtos químicos altamente contaminantes, como Alquilfenóis, que são utilizados no processo de limpeza e tingimento; corantes; compostos organoestânicos, utilizados como agentes antifúngicos, um dos organoestânicos mais conhecido é o tributilestanho (TBT); substâncias químicas perfluoradas (PFCs); clorobenzenos, usado como solvente; solventes clorados, como o tricloroetano (TCE), utilizado para limpar os equipamentos e para dissolver algumas substâncias; clorofenóis; parafinas cloradas e metais pesados.

Os resíduos desses processos, que são geralmente resíduos tóxicos e metais pesados, eram/são muitas vezes despejados sem controle nos rios da região, ou em galerias pluviais, contaminando assim a área e suas cercanias.

Quando essas fábricas começaram a operar na cidade, por volta de 1910, com certeza elas eliminavam os resíduos gerados dos processos nos rios, pois, naquela época não era feito tratamento de efluentes antes de despeja-los em locais públicos.

### **Indústria Farmacêutica**

A vinda dos escravos da África, em enormes navios negreiros, que ancoravam no Valongo, próximo a Praça Mauá, trouxe algumas epidemias que assolavam o Rio de Janeiro, principalmente nos séculos XVIII e XIX.

Junto com a propagação dessas doenças cresce a indústria farmacêutica, que teve seu auge, segundo o IBGE em meados de 1890 a 1910. Ressalta-se que em novembro de 1904, o Rio de Janeiro, vivenciou uma das principais revoltas de época, a Revolta da Vacina, uma campanha de vacinação obrigatória para dar fim as grandes epidemias da época.

Segundo Bueno (2008), as fábricas farmacêuticas e os grandes laboratórios localizavam-se na Rua Primeiro de Março (antiga Rua Direita). Lá encontravam-se diversas casas destinadas à produção de fármacos para as epidemias e doenças da época.

As principais epidemias, classificadas segundo o Instituto Oswaldo Cruz, foram Febre Amarela, Varíola, Cólera e Tuberculose, essas doenças eram tratadas com vacinas e remédios com formulas desconhecidas, segundo informações da Anvisa.

As vacinas começaram a serem produzidas em meados de 1900 e eram compostas por vírus vivos atenuados, onde o vírus encontra-se vivo, porém, incapaz de produzir a doença.

Além dessas vacinas, outros remédios eram fabricados, segundo Bueno (2008), os remédios possuíam químicas pesadas que na época não eram declaradas. Algumas posologias possuíam compostos químicos como: Hidróxido de magnésio, glicerofosfato de sódio, cacodilato de sódio, sulfato de estricnina, óleos de rícino, magnésias recarbonatadas, entre outros.

É válido ressaltar que a principal rota de entrada de resíduos de fármaco no ambiente é o lançamento de seus efluentes sem tratamento, nos rios, águas pluviais e rede de esgoto. Este quadro de contaminação gera preocupação, uma vez que são substâncias biologicamente ativas que podem desencadear efeitos colaterais tanto nos animais aquáticos quanto nos humanos. Assim, a presença de fármacos pode comprometer os recursos hídricos, a biodiversidade e o ecossistema do local.

Essas fábricas que se localizavam próximas ao porto (Rua Primeiro de Março) contaminaram a região por um bom período do tempo, visto que, elas começaram a operar em meados de 1890 – 1910.

### **Indústrias de Alimentos**

A indústria de alimentação teve um *boom* no Rio de Janeiro em meados de 1890 e 1910. As indústrias que mais cresceram foram a de bebidas, vinagres e de

trigo, segundo dados históricos do IBGE. Até hoje podem ser vistas na zona portuária grande áreas destinadas às fábricas de alimento, como exemplo a Bhering e o Moinho Fluminense, localizados nos bairros de Santo Cristo e Gamboa, respectivamente.

As fábricas de alimentos, além de usar produtos químicos como corantes, conservantes, entre outros em sua produção, consomem combustíveis, óleos e graxas para as máquinas, baterias; resíduos de limpeza de fossa séptica; sucata de metal contaminada ou não; resíduo orgânico; descartes de produtos químicos entre outros.

Esses processos, muitas vezes, geram efluentes que se não forem tratados de uma maneira correta podem contaminar o solo, a água subterrânea e os corpos hídricos da região. Além disso, as fábricas geram uma quantidade significativa de resíduos sólidos e efluentes.

### **Indústria química**

A indústria química foi uma das que se desenvolveu mais rapidamente no país. Até hoje algumas dessas indústrias podem ser vistas na zona portuária, como exemplo a Afton Chemical.

A indústria química inclui empresas que produzem produtos químicos industriais, como petroquímico, agroquímico, polímeros, tintas, entre outras. A fabricação desses produtos é extremamente agressiva, são utilizados inúmeros produtos prejudiciais tanto à saúde quanto ao meio ambiente.

Nesses processos de fabricação, geralmente são utilizados os seguintes compostos: arsênio, de flúor e de fósforo; arsenato de chumbo; arsenato de cálcio; composto de flúor; enxofre e compostos de enxofre; ácido Cianídrico fumegante; o DDT (diclorodifeniltricloroetano); BHC (Hexaclorobenzeno); metoxicloro; toxafeno; malation; paration; dissulfeto de carbono; brometo de metila; dibrometo de eteno; solventes, pigmentos, resinas, ácidos sulfúricos, cloretos, amônia, ureia, entre outros diversos compostos.

Alguns desses compostos em meados de 1910 eram utilizados para matar insetos que transmitiam doenças como a Febre Amarela e Malária. Logo, acredita-se que esses compostos químicos podem ter sido utilizados em larga escala na zona portuária para poder conter os surtos de doenças que se intensificavam no verão.

### **Fabricação de vidros e cerâmicas**

A fabricação de vidros e cerâmica é considerada uma das mais antigas, segundo Lobo (1978), essas fábricas começaram a se desenvolver no Cais da Gamboa por volta de 1850. Alguns armazéns eram destinados a fabricações desses utensílios.

A fabricação de vidros e cerâmicas resume-se em geral a três operações básicas:

- Fusão – que consiste em aquecer os constituintes até uma determinada temperatura, na qual eles se tornam fluidos e podem ser moldados.
- Moldagem – um processo no qual o vidro gradualmente esfria e endurece, ou seja, vai do estado líquido ao sólido.
- Resfriamento – onde resfria-se por igual o vidro sob temperaturas mais controladas, assegurando assim certas propriedades essenciais ao vidro, como por exemplo sua propriedade de ser cortado reto.

A produção de vidros e cerâmicas desde meados de 1800 até meados de 1930 utilizava como matéria-prima principal metais como: ouro, alumínio, cobre, silício, bronze, ferro, ferro fundido, titânio, aços, ligas leves e super ligas, além de colas, madeiras, peles, fibras, borrachas, bakelite e nylon (SMITH, 1999).

Esse processo de fabricação gerava resíduos contaminantes como exemplo metais pesados, porém, como na época o meio ambiente não era levando em consideração, esses resíduos muitas vezes ficavam expostos, contaminando assim o solo e a água subterrânea do local. Dependendo do metal, do composto, e do tempo de contato com o meio, essa contaminação ainda pode estar presente no meio.

## **Serralherias**

As serralherias assim como as fabricas de vidros e cerâmicas, também estavam localizadas no Cais da Gamboa e são bem antigas. Atualmente algumas dessas serralherias ainda podem ser vistas na região portuária.

Uma serralheria é uma pequena fábrica de produtos metalúrgicos, onde são manufaturados produtos como portas, janelas, portões, grades e prateleiras. Em uma serralheria, os serviços são basicamente o corte dos metais, solda, polimento e pintura. Nela se manipulam metais como: estanho cobre, ferro, níquel, chumbo, zinco, prata, ouro, mercúrio, alumínio e diversas ligas metálicas.

Os resíduos gerados por esse processo, ou seja, metais, se mal manipulados, ou em contato direto com o solo, podem contaminar o meio.

## **Fábrica de Velas**

Também encontrada em abundancia na formação do comércio do Rio de Janeiro, eram utilizadas para iluminação das casas e às vezes para iluminar as ruas também. As fábricas se localizavam nos bairros da Saúde e Gamboa.

A matéria-prima principal, utilizada na fabricação destas é a parafina, que é constituída basicamente por hidrocarbonetos. É comumente encontrada com aparência de cera sólida branca, sem odor e sem gosto.

O processo de fabricação é muito simples: consiste no aquecimento da parafina, que depois de aquecida é moldada e colocado o pavio, depois de pronta é embalada e vendida.

Os principais resíduos gerados são os restos de velas que são compostos por hidrocarbonetos, podendo contaminar o solo e a água subterrânea do local.

## **Fábricas de sabão**

Encontradas no Cais da Gamboa e em São Cristóvão, as fábricas de sabão em meados do século XIX, foram crescendo na cidade.

O sabão utilizado principalmente para fins de lavagem e como agente emulsionante consiste principalmente de hidróxidos de sódio ou potássio e de ácidos gordurosos. Seu processo de fabricação é bem simples e segue as seguintes etapas: primeiramente coloca-se soda, gordura e água em uma caldeira, deixando-as reagir por algum tempo; após adiciona-se cloreto de sódio, que auxilia na separação em duas fases, na fase superior encontra-se o sabão e na inferior glicerina, impurezas e possível excesso de soda.

Os resíduos gerados na fabricação de sabão, de fato, não eram destinados, sendo deixados provavelmente em contato direto com o meio, contaminando assim a área com o acúmulo de hidróxidos de sódio e de ácidos gordurosos.

Como já foi citado anteriormente, esses contaminantes em contato com o solo se infiltram podendo contaminar a água subterrânea do local e o solo também, visto que, dependendo da granulação deste esses contaminantes podem ficar retidos nele.

## **Oficinas**

As oficinas mecânicas, que começaram a se desenvolver na área no século XX, ainda encontram-se presentes na região e são grandes fontes de contaminação.

Segundo a série de Oficinas Mecânicas e Lava a jato do INEA (Instituto Estadual do Meio Ambiente, 2014), os agentes poluidores de uma oficina mecânica são:

- Emissões gasosas – componentes orgânicos voláteis (VOC) e materiais particulados provenientes do lixamento e de pintura de veículos. Esse impacto pode ser controlado através da realização da pintura e lixamento sempre dentro de cabines apropriadas, o que provavelmente, não foi o caso das primeiras oficinas a funcionarem na região.
- Efluentes líquidos – efluentes com a presença de óleos sólidos sedimentáveis e detergentes. São gerados nos setores de lubrificação, troca de óleo, lavagem em geral e cabine de pintura. Também existe o efluente



do esgoto sanitário. Dentre os efluentes relacionados, as emulsões oleosas representam o mais expressivo na operação das oficinas.

- Resíduos diversos – óleo lubrificante usado ou contaminados, latas vazias de contaminadas de graxa, óleo e tinta, estopas contaminadas com óleo, pneus inservíveis, borras de tintas da cabine de pintura, embalagens plásticas, baterias, borrachas em geral, resíduos oleosos da CSAO (Caixa Separadora de Água e Óleo), solventes usados e lâmpadas fluorescentes.

#### **2.4.2. Fontes de contaminação de origem doméstica**

Segundo Coelho (2007), a zona portuária do Rio de Janeiro, foi uma das primeiras áreas do mundo a receber sistema de esgotamento sanitário. Logo, essa área conta com um sistema muito antigo e ultrapassado, que foi construído para uma pequena população. Com o tempo a área foi crescendo e se tornando cada vez mais urbanizada, impossibilitando o atendimento de uma população que cresceu. O sistema de esgoto projeto para a população já não se aplicava mais a região.

Essas contaminações, ainda mais na área de favelas, que são áreas de difícil esgotamento e de coleta de lixo, são provocadas basicamente pela descarga de efluentes domésticos não tratados na rede de drenagem, fossas sépticas e lixeiras. Esses efluentes lançados no meio ambiente sem tratamento são ricos em sais minerais, matéria orgânica, restos de compostos não biodegradáveis, vírus e microrganismos fecais.

#### **2.4.3 Fontes de contaminações por estocagem e transporte de produtos**

Todos os produtos que chegavam e saiam do porto eram estocados nos diversos armazéns localizados na zona portuária. Esses produtos eram derivados de petróleo, químicos, metais, inseticidas, fertilizantes, minério, produtos siderúrgicos, entre outros produtos que foram citados ao longo do histórico do porto.

A estocagem e transporte desses produtos não eram realizados com cuidado, podendo assim vazar, contaminando o solo e a água subterrânea do local. Como exemplo pode-se citar os produtos derivados de petróleo, que em meados

do século XVIII chegavam ao porto através de barris de madeira e eram carregados pelos estivadores sem nenhum cuidado. Essa “técnica” de armazenamento e transporte de barris foi utilizada até meados o início do século XIX (FECOMBUSTÍVEIS, 2014).

Já no século XIX, a Esso se instalou no Brasil e passou a importar óleo combustível, gasolina e querosene, que inicialmente eram utilizados para alimentar as fábricas locais. O óleo era comercializado em latas e tambores que, ficavam armazenados nos galpões ao longo da zona portuária. (FECOMBUSTÍVEIS, 2014).

Na segunda metade do século XIX, algumas empresas da área de petróleo e gás, como a Shell, foram se instalando na zona portuária. Os produtos dessas empresas eram todos estocados no porto ou nos armazéns localizados em suas cercanias.

Outra fonte de contaminação, que pode ser considerada por transporte de produtos são os oleodutos, que cortam toda a zona portuária. Estes foram construídos em meados de 1930-40 (MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS, 1957). Em 1954, com a inauguração da refinaria de Manguinhos, outros oleodutos foram construídos, a exemplo o que liga a refinaria com o porto. Esse oleoduto segue pela Avenida Brasil e tem como ponto final o cais de São Cristóvão, próximo ao terminal do Arará.

As operações dos sistemas ferroviários, também podem ser considerados com potencial de contaminação. Como foi analisado no histórico da zona portuária entre 1905 e 1920, a extensão da rede ferroviária foi bastante significativa. Esse crescimento está ligado ao aumento das indústrias que foram se alocando nas cercanias do porto, e utilizavam a ferrovia para poder escoar a produção.

As linhas férreas cortavam todo o porto e transportavam produtos diversos (minério, produtos agrícolas, carvão, derivados de petróleo, entre outros). Esses produtos podiam transbordar e contaminar o solo e a água subterrânea do local.

Além do transporte, pátios de ferrovias são áreas consideradas com potencial de contaminação, e como o foi visto no histórico do porto, as áreas próximas ao porto eram destinadas aos pontos finais das ferrovias, ou seja, pontos de escoamento da produção.

Segundo Sanchez (2001), locomotivas a carvão produziam cinzas que eram lançadas nas margens dos caminhos e nos pátios ferroviários, essas cinzas podiam conter metais pesados e outros poluentes. Ademais, podia ocorrer vazamento de óleos diesel e lubrificantes das locomotivas que também podiam contaminar o solo e a água subterrânea do local, assim como os produtos tóxicos usados para preservar as madeiras dos dormentes.

Diante das atividades que se localizam e/ou localizavam na área portuária, foram apresentadas algumas possíveis fontes de contaminação. Como foi apresentado no histórico do porto, as atividades ligadas as indústrias/comércio e de armazenamento de produtos nasceram praticamente junto como porto e funcionam no local há um tempo.

Essas contaminações, geradas por atividades passadas e/ou atuais, podem persistir no ambiente por um longo período do tempo e isso, irá depender do tipo de produto manipulado na área, do tempo de exposição e a quantidade que entrou em contato com o meio, o meio-físico do local, entre outros fatores.

Na **Tabela 3** a seguir apresenta-se uma síntese, um resumo com as informações coletadas das fontes potenciais de contaminação do solo e da água subterrânea da zona portuária do Rio de Janeiro.

Tabela 3: Modelo conceitual com síntese das fontes de contaminação encontradas no histórico da zona portuária do Rio de Janeiro – RJ

Fonte: Mariana Velasco.

Modelo conceitual					
Atividade	Classificação	Substâncias ou produtos	Mecanismos de liberação	Via de transporte dos contaminantes	Receptores/bens a proteger
Indústria de beneficiamento de couro	Área com potencial de contaminação	Sal de cromo, inseticidas, bicidas, detergentes, metais, tintas e produtos orgânicos	Processo Operacional	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Indústria textil	Área com potencial de contaminação	Alquifenois, organoestânicos, perfluorados, tintas e metais	Processo Operacional/Vazamentos	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Indústria farmacêutica	Área com potencial de contaminação	Hidróxido de magnésio, glicerofosfato de sódio, cocadilato de sódio, metias pesados, entre outros.	Processo operacional/Vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Indústria de alimentos	Área com potencial de contaminação	Resíduos orgânicos, descarte de produtos químicos como corantes	Processo operacional/Vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Indústria química	Área com potencial de contaminação	Metais pesados, DDT, BHC, brometo de metila, toxafeno, metoxicloro, solvente, cloretos, entre outros	Processo operacional/Vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Fabricação de vidros e cerâmicas	Área com potencial de contaminação	metais como: ouro, Alumínio, Cobre, Silício, bronze, ferro, titânio, fibras, entre outros	Processo operacional/vazamentos	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Serralheria	Área com potencial de contaminação	Metais pesados e tintas	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Fábrica de velas	Área com potencial de contaminação	Hidrocarbonetos	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Fábrica de sabão	Área com potencial de contaminação	Hidróxido de sódio, potássio, ácidos gordurosos, cloreto de sódio, entre outros	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Oficinas	Área com potencial de contaminação	Hidrocarbonetos, metais pesados e óleos e graxas	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Fonte de contaminação doméstica	Área com potencial de contaminação	resíduos orgânicos e resíduos sólidos	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais
Fonte de contaminação por estocagem e transporte de produtos	Área com potencial de contaminação	Metais pesados, hidrocarbonetos, óleos e graxas, entre outros	Processo operacional/vazamento	Lixiviação para a água subterrânea e volatilização	Água subterrânea e águas superficiais

### 3. Objeto de estudo: Zona Portuária Carioca

#### 3.1. Caracterização da área:

A área de interesse está inscrita na área de planejamento 1, a mais antiga área urbana da cidade, compreendendo as regiões administrativas I, II, III e IV. A zona portuária se localiza na costa leste da Baía de Guanabara, nas coordenadas geográficas aproximadas de Latitude 22° 53' 30"S e Longitude 43° 12' 30". E compreende-se pelos bairros Saúde, Gamboa, Santo Cristo, Caju e Centro (XAVIER, 2012).

A cercania da zona portuária é predominantemente comercial e industrial, com pouca ou nenhuma presença de habitações familiares regularizadas. Como é uma área de desenvolvimento muito antigo, ligada aos primórdios da cidade, ela encontra-se em um estado precário, porém, passando por intensas mudanças devido ao projeto "Porto Maravilha".

O projeto "Porto Maravilha", está sendo realizado em função dos Jogos Olímpicos de 2016 e consiste, a princípio, a revitalização de toda a zona portuária, compreendendo os bairros Saúde, Gamboa e Santo Cristo e também na mudança de alguns pontos dos bairros da Cidade Nova, Centro e São Cristóvão.

Nessa obra, estão previstas grandes e importantes mudanças viárias e uma política de reurbanização portuária, com a construção de hotéis, centros de convenções e exposições, e prédios residenciais e comerciais.

Como pode ser compreendido, o projeto "Porto Maravilha" segue os mesmos passos das cidades de Londres e Barcelona, com os mesmos princípios, revitalizar as áreas portuárias que uma vez foram "esquecidas". Porém, como revitalizar uma área que sempre comportou uso comercial/industrial, que de fato está contaminada devido às atividades que foram sendo exercidas ao longo dos anos?

Diante dessa pergunta, serão apresentadas a seguir, algumas áreas que já passaram por investigações ambientais. Será feita uma compilação de dados baseados no estudo histórico da zona portuária e dos contaminantes que foram

encontrados no local, podendo assim, nos dar uma resposta se a contaminação encontrada tem a ver ou não com as atividades passadas realizadas na área. E caso tenha a ver, proporcionar uma solução para as próximas áreas que será o alvo da mudança de uso do solo.

As áreas escolhidas foram divididas em quatro casos de estudo; é importante salientar, que as áreas a serem analisadas possuem processos no INEA (Instituto Estadual do Ambiente) e a maioria dos dados que serão apresentados foram retirados desses processos.

Os dois primeiros casos foram escolhidos por já estarem em um estágio avançado de construção e por terem realizado todas as etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, podendo servir de exemplo para possíveis outras áreas que irão precisar passar pelo mesmo processo.

O caso 3 foi escolhido por se tratar de um terreno de uso muito antigo, por uma atividade altamente poluidora, que passará por uma mudança de uso do solo bastante restrita, visto que, o projeto futuro compreende na construção de habitação popular.

Já o caso 4, o porto do rio, segue a mesma linha de pensamento do caso 3, alguns locais dessa área, ou seja, os armazéns, que também possuem potencial de contaminação, estão sendo destinados a atividades culturais, festas e lazer. Na **Figura 20**, a seguir será apresentado o mapa da região portuária da cidade do Rio de Janeiro. Na **Figura 22** apresenta-se uma foto aérea as áreas que serão estudadas.

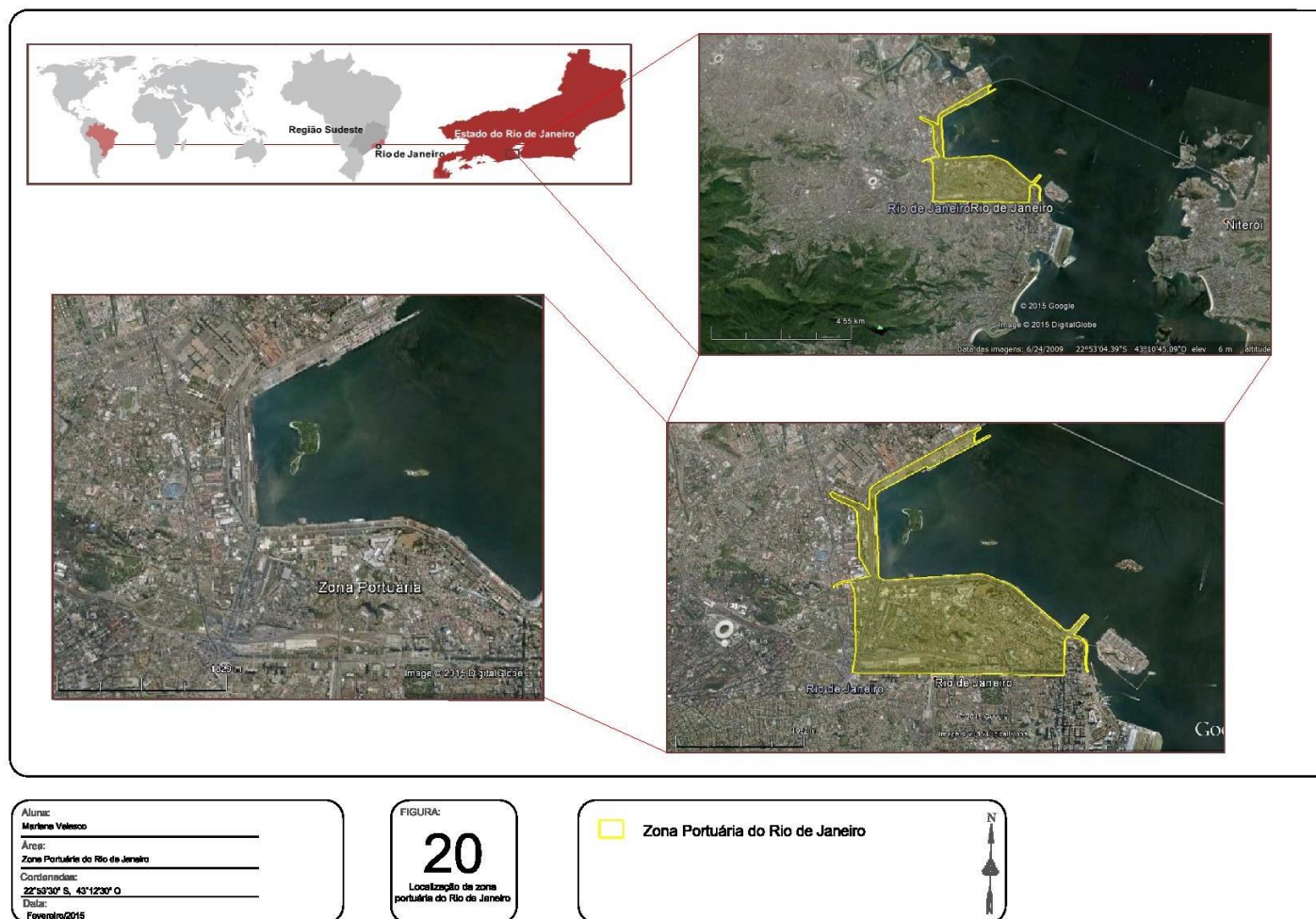


Figura 20: Mapa da área de interesse  
 Fonte: Foto Google Earth

### 3.1.2. Meio-físico

Pensar na formação da paisagem da cidade do Rio de Janeiro é pensar em dois eventos tectônicos, o primeiro deles associado à colisão entre o continente Africano e a América do Sul, onde o oceano se fechou e uma grande cordilheira se formou, com dobramentos e metamorfismos dessas rochas, isso a 600 milhões de anos. O segundo evento já associado à abertura do Oceano Atlântico, ocorreu a 150 milhões de anos quando então, ocorreu a quebra desse continente com falhamentos e fraturamentos que deram a paisagem o que temos hoje no Rio.

A cidade é constituída de uma forma geral por rochas pré-Cambrianas, pertencentes ao domínio Tectono-magmático da Serra do Mar, bem como por coberturas sedimentares fanerozóicas e cenozoicas. (CPRM, 2001).

Mais especificamente na região da Baía de Guanabara ocorre a predominância de rochas gnaisses de composição granítica (feldspato, quartzo e mica) com idade aproximadamente de 600 milhões de anos. Essas rochas são metamórficas, em que os minerais estão em geral agrupados em faixas alongadas, dando-lhes um aspecto listrado.

Em relação ao seu relevo, a Baía era composta por pequenas elevações de Gnaiss facoidal que eram os morros: Conceição, Castelo, Santo Antônio, Senado, São Bento, Santo Cristo e Providência, que posteriormente, mais precisamente em meados de 1910 foram colocados abaixo para servirem de material de aterro para a zona portuária, os brejos e áreas alagadiças.

O único morro que não foi posto abaixo e que ainda pode ser visto na paisagem do centro da cidade é o morro da Conceição, que atualmente está bastante transformado e está sendo ocupado por moradias.

Além dessas pequenas elevações, pode-se destacar também o paredão rochoso que encontra-se atrás da Baía, o Maciço da Tijuca, onde nascem os rios que desembocam nela, e onde ocorre também a recarga do aquífero, tendo como zona de descarga principal a Baía.



Porém, como foi visto no histórico da zona portuária, a região sofreu intensas modificações ao longo do tempo. Nessa história o fator ocupação humana tomou tal amplitude que passou a condicionar toda a dinâmica natural ali prevalecente. Em poucos séculos houve uma transformação formidável de sua cobertura vegetal, o desaparecimento de um número considerável de nascentes d'água, um grande aumento de taxa de erosão das partes elevadas e assoreamento das partes baixas, aumento da carga orgânica da Baía proveniente dos esgotos, e uma carga química abundante e variada vinda de vários tipos de fontes poluidoras, que antes eram total desconhecidas por este ecossistema (COELHO, 2007).

Segundo dados dos mapas de Geomorfologia e Geologia da CPRM/DRM (2001), as principais predominâncias de forma de relevo na região da Baía de Guanabara são as **Planícies-Colúvio-Alúvio-Marinhas** (Terrenos Argilosos das Baixadas), que consiste em superfícies sub-horizontais, com gradientes extremamente suaves e convergentes a linha da costa, de interface com os Sistemas Depositionais Continentais (processos fluviais e de encostas) e Marinhos. Terrenos mal drenados com padrão de canais meandrantes e divagante. Presença de superfícies de aplainamento e pequenas colinas ajustadas ao nível de base das baixadas.

**Morrotes e morros isolados**, que são formas de relevo residuais com vertentes convexas a retilíneas e topos aguçados ou arredondados, com sedimentação de colúvios remanescentes do afogamento generalizado do relevo produzido pela sedimentação flúvio-marinha, que caracteriza as baixadas litorâneas. Estão também classificadas ilhas oceânicas. Densidade de drenagem muito baixa com padrão de drenagem dendrítico, drenagem imperfeita dos fundos dos vales afogados. Predomínio de amplitudes topográficas superiores a 200 metros e gradientes médios elevados.

E sua geologia é composta pelas formações, **Complexo Paraíba do Sul**, rochas Granada-biotita-silimanita, Gnaiss quartzo-feldspático, com bolsões e veios anatéticos *in situ* ou injetados de composição granítica. Intercalações de gnaiss calcissilicático e quartzitos frequentes. Variedades com cordierita e silimanita com contatos transicionais com o granada biotita gnaiss. Horizontes de xistos grafitosos são comuns. Também ocorrem rocha calcissilicática,

metacarbonática e quartzito. Em raros domínios com baixas taxas de *strain* estruturas turbidíticas são preservadas.

**Depósito Flúvio-Lagunares**, areias e lamas sobrejacentes a camadas de areia biodetríticas e/ou sedimentos lamosos de fundo lagunar, e ocorrência de turfas. Nos depósitos associados ao canal fluvial (depósitos residuais de canais) ocorrem areias e cascalhos.

**Suíte Rio de Janeiro**, Leucogranito gnáissico Cosme Velho – Leucogranito tipo – S com muscovita, granda e biotita, de granulação médio, textura granoblástica e forte foliação tangencial. Xenólitos e restitos de paragnaisse são comuns. Granito Corcovado, granito tipo – S, com granada, muscovita e biotita, textura megaporfirítica (Augen) com superposição de foliação tangencial do estado sólido. Xenólitos e restitos de paragnaisse são abundantes bem como intrusões de diques aplíticos tardios de leucogranito tipo – S.

Granito Pão de Açúcar, fácies metaluminosas do Granito Corcovado com hornoblenda e biotita, de granulação média, textura granoblástica e forte foliação tangencial. Xenólitos e restitos de paragnaisse são comuns. Na **figura 21** apresenta-se o mapa geológico, já na **Figura 22** apresenta-se uma foto aérea com as áreas que serão analisadas.

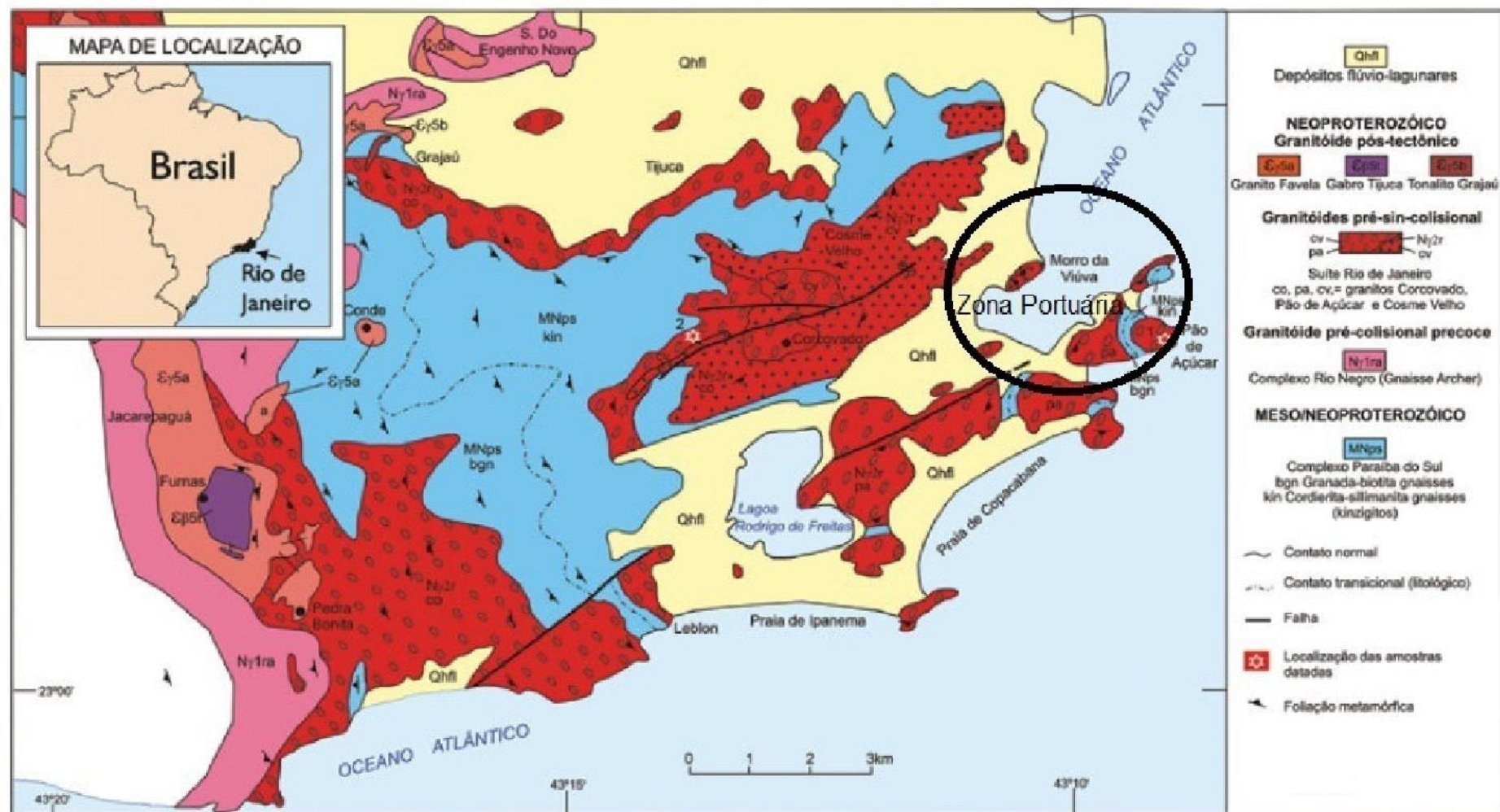


Figura 21: Mapa Geológico  
Fonte: CPRM



Figura 22: Foto aérea com as áreas do porto a serem analisadas.



### 3.1.3. Áreas analisadas:

#### Caso 1:

O primeiro caso analisado é a área onde será construído um empreendimento comercial, localizado na Rua do Equador nº 43 – Santo Cristo (**Figura 23**). O terreno já teve sua contaminação confirmada, segundo estudos de investigação ambiental realizada na área, esses estudos e a conclusão deles serão discutida ao longo do caso.



Figura 23: Localização da área de estudo caso 1 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ  
Fonte: Foto aérea Google Earth

O local encontra-se na região do Cais da Gamboa ocupada, durante muitos anos por diversos galpões destinados ao armazenamento de produtos que embarcavam/desembarcavam no porto, por fábricas e atividades de reparo naval.

A **Figura 24** apresenta fotos multitemporais da área de interesse. Na foto observam-se os diversos galpões que ocupavam o terreno além da linha férrea que cortava a área destinada a escoar a produção.

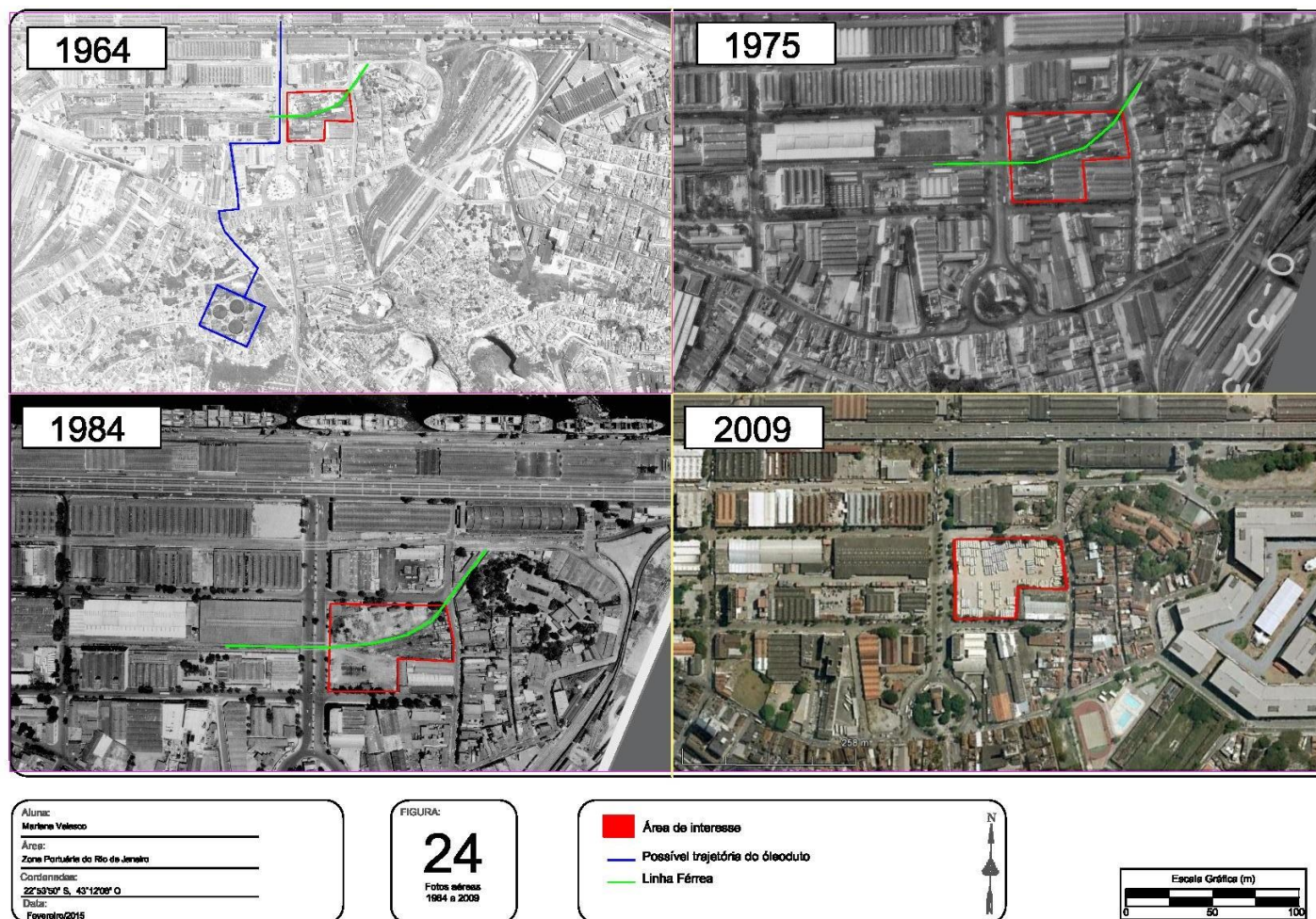


Figura 24: Foto aérea multitemporal caso 1

Segundo, dados do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), na área já foi realizada uma Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória, Investigação Detalhada com Análise de Risco e caracterização do solo para escavação e destinação final.

A Avaliação Preliminar teve por objetivo apresentar um diagnóstico da área, ou seja, quais as atividades que já foram realizadas no terreno ao longo dos anos, sua cercania e o meio-físico.

Esse estudo apontou, segundo o RGI (Registro Geral de Imóveis), que o terreno já pertenceu a União Federal e passou a ser da Companhia Docas em meados de 1996, sendo vendido posteriormente para uma empresa de seguridade que até meados de 2010 era dona do terreno e o alocava para uma empresa de ônibus. É válido observar que, o RGI em nenhum momento apontou usos residenciais para a área em questão.

Na vistoria da área foi notado que o terreno era cortado por uma antiga malha ferroviária, que já foi desativada e inclusive, desmontada. O tempo que a mesma ficou ativa foi interligada para o desembarque/embarque de diversas mercadorias que passavam no porto. Vale lembrar também que a manutenção da linha férrea era realizada no local.

O resultado da Avaliação Preliminar apontou que a área, possuía um potencial de contaminação, devido às operações realizadas pela antiga linha férrea e também pela falta de informações históricas a respeito do terreno.

Porém, vale lembrar que na foto aérea de 1964, a área estava sendo ocupada também por diversos galpões, e como não havia citações no RGI sobre o terreno já ter sido de uso residencial, acredita-se que esses armazéns foram destinados ao comércio.

Como já foi citado no capítulo 2 (estudo histórico) o Cais da Gamboa era destinado ao armazenamento de produtos, reparos navais e ao comércio/indústria. Isso pode ser comprovado na **Figura 11**, com a presença de fábricas de vela, sabão, serralheria, armazenamento de carvão, entre outras que foram se



desenvolvendo ao longo dos anos. Fotos retiradas da área, apresentadas a seguir, mostram o momento de escavação que também pode comprar tal fato.



Figura 25: Artefatos arqueológicos encontrado no terreno do primeiro caso estudado  
Fonte: Mariana Velasco



Figura 26: Restos de atividades navais encontrados.  
Fonte: Mariana Velasco





Figura 27: Panorâmica da área de estudo caso 1.  
Fonte: Mariana Velasco

Após a Avaliação Preliminar, foi feita uma Investigação Confirmatória, com sondagens para coleta de solo e água subterrânea. Foram realizadas análises de Metais (baseados na Resolução Conama nº420), TPH (EPA), VOC e SVOC, comprovando assim a contaminação do solo e da água subterrânea do local. Nas **Tabelas 4 e 5**, a seguir são mostradas as maiores concentrações encontradas nas amostras.

Tabela 4: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Confirmatória – caso 1  
Fonte: INEA, 2011.

Contaminação no solo	
Compostos	Concentrações (µg/kg)
Arsênio	57.400,00
Antimônio	30.600,00
Chumbo	895.600,00
Cobre	580.200,00
Ferro	96.223.500,00
Manganês	792.700,00
Zinco	977.500,00
Benzo(b)Fluoranteno	518,80

Tabela 5: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Confirmatória – caso 1  
Fonte: INEA, 2011.

Contaminação água subterrânea	
Compostos	Concentrações (µg/L)
TPH	647,80
Bário	2.040,00
Ferro	8.120,00
Manganês	4.240,00

Diante dessas contaminações, foi realizado um estudo sobre os compostos visando relacioná-los com as atividades já realizadas no terreno e com as atividades atuais, que compreende-se, segundo a Avaliação Preliminar, somente em estacionamento de frotas de ônibus, varrição e limpeza dos veículos, não envolvendo a utilização de produtos químicos.

A contaminação por metais, como o **antimônio, zinco, chumbo e cobre** está diretamente ligada com a presença da malha ferroviária. Segundo Sánchez (2001), locomotivas movidas a carvão produzem muitas cinzas, que geralmente, são lançadas nas margens dos caminhos, e como visto, contêm metais pesados, que dependendo do tempo de exposição, em um determinado local, podem contaminar o solo e a água subterrânea.

De acordo com Gorni (2003), as redes ferroviárias na cidade do Rio de Janeiro funcionaram a carvão até meados de 1940, devido a motivos técnicos e econômicos. Como as redes ferroviárias foram construídas em meados de 1858, pode-se concluir que estas funcionaram durante um longo período de tempo.

Já o metal **arsênio**, era muito utilizado para a conservação de madeiras, o que nos remete mais uma vez à linha férrea, pois, ele de fato foi largamente utilizado para conservação dos dormentes da linha do trem, que eram feitos de madeiras.

Porém, a contaminação pelo metal **arsênio** também pode ser gerada por outras atividades como a fundição de metais a fabricação de vidros e cerâmicas. Antigamente era largamente utilizado na fabricação de medicamentos, produto este e menor potencialidade poluidora.

Como foi visto na foto aérea, o terreno foi ocupado por diversos galpões, e conforme no capítulo 2, o Cais da Gamboa sempre foi destinado às serralheria, cerâmicas, farmácias, madeireiras, entre outras, sem contar que lá eram realizadas também atividades ligadas a reparos navais. Logo, essa contaminação corrobora com o fato de que nos galpões eram realizadas atividades comerciais/industriais.

A contaminação por **ferro e manganês**, encontrada no terreno, está ligada com a composição natural do solo. Esses são encontrados em abundância no solo da cidade do Rio de Janeiro.

A presença do **HPA** ocorreu de fato, com a atividade de estacionamento de ônibus (que durou certa de 10 anos), pois, os veículos movidos à gasolina e diesel são as principais fontes de liberação desses compostos. Esses são liberados no escape do motor, quando ocorre o processo de combustão dos hidrocarbonetos, são liberados em forma de partículas finas, se infiltrando facilmente no meio (AZEVEDO, ARAÚJO E SILVA, 2013).

De acordo com Locatelli (2007), o processo de descontaminação de solo e água com compostos de HPAs é extremamente lento e depende também do tamanho da pluma de contaminação. Locatelli (2007) apontou como melhor técnica para recuperação de ambientes degradados por HPAs os processos oxidativos avançados (POA). Esses processos consistem em um tipo de tratamento destrutivo dos compostos.

É importante salientar também, que a área do Cais da Gamboa, durante as modernizações da zona portuária passou por diversos aterros e, como visto no estudo histórico, a origem desse solo de aterro é duvidosa, pois, uma parte foi dos desmontes dos morros e outra da terraplanagem das ilhas, que como foi visto no capítulo 2, eram destinadas ao armazenamento de produtos corrosivos e a combustíveis inflamáveis.

A contaminação encontrada na água subterrânea por **TPH** está, de fato, ligada com a presença de um duto que passa ao longo da Avenida Professor Pereira Reis. Na **Figura 24**, esta tubulação encontra-se destacada na cor azul.

A tubulação, que fica próximo ao armazém 13, pertencia à empresa Shell, que o utilizava para abastecimento de navios. Além do abastecimento, a empresa também fazia estocagem dos derivados de petróleo no armazém. O duto ligava os tanques aéreos do Morro do Pinto com o porto.

A existência dessa tubulação foi apontada pelo Ministério da Viação e Obras Públicas (1957), e quando estavam sendo realizadas as obras do Porto Maravilha, esse duto pode ser visto.

Como resultado dessa Investigação Confirmatória, ficou recomendado à remoção do solo contaminado e a verificação de alternativas de tratamento, e para a água subterrânea, foi estabelecida sua restrição. Uma das alternativas para a descontaminação no solo pode ser a sua lavagem, que é uma técnica bastante utilizada e mais barata. Essa técnica como foi visto no capítulo 2, foi utilizada na descontaminação do solo no *site* onde foram realizadas as Olimpíadas de Londres.

Após a Investigação Confirmatória, foi realizado no terreno, uma Investigação Detalhada. Nessa investigação foram coletadas amostras de solo e da água subterrânea para análise de BTEX, TPH, PAH e Metais (Resolução Conama nº420). Os resultados serão apresentados nas **Tabelas 6 e 7**, a seguir.

Tabela 6: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Detalhada – caso 1  
Fonte: INEA, 2012.

Contaminação no solo	
Compostos	Concentrações (mg/kg)
HPA	1,29
Arsênio	7,80
Antimônio	20,00
Bário	252,00
Chumbo	333,00
Cobre	311,00
Zinco	536,00

Tabela 7: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Detalhada – caso 1  
Fonte: INEA, 2012.

Contaminação água subterrânea	
Compostos	Concentrações (µg/L)
Bário	1.726,00
Manganês	4.027,00
Boro	876,08
TPH	1,03

Em comparação com a Investigação Confirmatória realizada anteriormente, para as amostras de solo, só foi detectado de diferente o metal **bário**, e para as análises de água subterrânea os metais **ferro** e **boro**.

A presença do **ferro** está ligada à composição natural do solo, por a zona portuária se tratar de um ambiente deposicional, ou seja, é formada pela deposição de sedimentos marinhos e fluviais, a presença deste é bastante pertinente, ainda mais que esse metal encontra-se em abundância nos solos Brasileiros (PEREIRA, 2012).

Sua presença no solo ocorre por ele ser um mineral primário de fácil decomposição, que é liberado através do processo de intemperismo químico das rochas, porém, conforme a composição química da rocha a quantidade desse nutriente no solo pode variar consideravelmente (Fontes *et al.*, 2001; Fontana *et al.*, 2008 in Pereira, 2012).

O **ferro** do solo também é proveniente dos minerais primários, particularmente dos minerais ferromagnesianos como a olivina, anfibólicos, piroxênicos e biotita. Nestes minerais, o ferro encontra-se, principalmente, na sua forma reduzida  $Fe^{2+}$ . Durante o intemperismo, esses minerais sofrem dissolução e liberação de  $Fe^{2+}$  (Pereira, 2012).

Já os metais **bário** e **boro**, não estão ligados à geologia do local, e sim foram “introduzidos” na área de interesse. O **boro** não é normalmente utilizado

em ligas metálicas, afastando a possibilidade de ele estar ligado à presença da linha férrea. E o **bário** é utilizado na produção de tintas e vidros, o que também afasta a possibilidade de estar ligado à presença da linha férrea.

Logo, essas contaminações, junto com a contaminação do **arsênio**, corroboram com o fato de que até meados da década de 1990, eram realizadas atividades comerciais/industriais no local.

Esses metais eram utilizados também nas indústrias farmacêuticas, para a produção de antissépticos, fungicidas e antivirais, além de ser utilizado na fabricação de vidros e cerâmicas e também em serralherias.

Portanto, diante desses dados fornecidos pelo INEA e pela compilação dos dados históricos, fica explícito que as atividades ligadas ao funcionamento da linha férrea e de comércio/indústria, causaram tais contaminações e, com certeza, esse passivo foi se acentuando com o tempo tanto no solo, quanto na água subterrânea.

O terreno passou por uma descontaminação e, segundo o INEA e os manifestos de resíduos, o solo contaminado escavado foi encaminhado para uma CTR (Central de Tratamento de Resíduos), que fica localizada em Nova Iguaçu.

Já a contaminação na água subterrânea pode ser remediada através da técnica *pump and treat*. Essa técnica baseia-se na remoção da água subterrânea por meio da utilização de bombas submersas ou emersas, que promove a remoção dos contaminantes. A água bombeada é tratada por meio de filtros de carvão ativado ou colunas de *stripper*. O objetivo desse método é remover a maior parte possível da água subterrânea contaminada.

## **Caso 2:**

No segundo caso, na área de interesse também será construído um empreendimento comercial. O terreno se localiza na Avenida Cidade Lima, nº86, Santo Cristo. A **Figura 28**, a seguir mostra a localização da área em questão.



Figura 28: Localização da área de estudo caso 2 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ  
Fonte: Foto aérea Google Earth

Segundo o processo do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), a área passou por uma Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória e Detalhada, confirmando assim a presença de contaminação no solo e na água subterrânea.

Na Avaliação Preliminar, segundo o RGI (Registro Geral de Imóveis), foi contestado que a área de interesse já abrigou diversos tipos de atividades, como: Galpão de atividades da empresa Shell Brasil, que em meados de 1970 vendeu o terreno à empresa Petrobrás, que realizava na área atividades de estacionamento e abastecimento de suas frotas. Em 2001, a Petrobrás vendeu o terreno para uma concessionária de veículos.

A concessionária de veículos operou no local até meados de 2011 e tinha como principais atividades a lavagem de carros, manutenção de veículos, pintura, troca de óleo, lanternagem e tinha ainda uma área destinada a resíduos produzidos por suas atividades.

Em função da presença da concessionária e de outras atividades já realizadas na área, foi recomendada a realização de uma Investigação Confirmatória.

Por meio desta foram realizadas sondagens para coleta de solo e água subterrânea para análise de VOC, SVOC e metais. Durante a realização das sondagens foi encontrada a presença de fase livre de derivados de petróleo.

Os resultados analíticos dos compostos que, encontravam-se acima dos limites da Resolução Conama nº420, tanto no solo quanto na água subterrânea são apresentados nas **Tabelas 8 e 9**, a seguir.

Tabela 8: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Confirmatória – caso 2  
Fonte: INEA, 2011.

<b>Contaminação no solo</b>	
<b>Compostos</b>	<b>Concentrações (mg/kg)</b>
Benzo (a) Pireno	1.521,00
Chumbo	1,5



Tabela 9: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Confirmatória – caso 2  
 Fonte: INEA, 2011.

<b>Contaminação água subterrânea</b>	
<b>Compostos</b>	<b>Concentrações (µg/L)</b>
Ferro	224.190,00
Manganês	10.970,00
Alumínio	248.530,00
Arsênio	135,00
Bário	9.293,00
Chumbo	15.525,00
Cromo	1.287,00
Mercúrio	20,9
Prata	50,1
Fluoranteno	3,2
Benzo (a) Antraceno	2,00
Criseno	1,6
Benzo (k) Fluoranteno	0,91
Benzo (a) Pireno	1,4
Benzo (g,h,i) Perileno	0,8
Dibenzo (a,h) Antraceno	3,2
Fenantreno	14,1
Antraceno	0,43

Diante desses compostos encontrados nas análises de solo e água subterrânea, foi realizada uma pesquisa para saber as origens de tais contaminações. Logicamente, esses passivos foram originados pelas atividades que já ocorreram no terreno e foram se acentuando com o tempo.

Porém, é importante ressaltar que a cercania da área de interesse era ocupada por outras atividades, inclusive ao lado do terreno havia um prédio destinado a atividades químicas. O prédio encontra-se em destaque na **Figura 29**, a seguir, que apresenta fotos aéreas temporais da área de interesse.

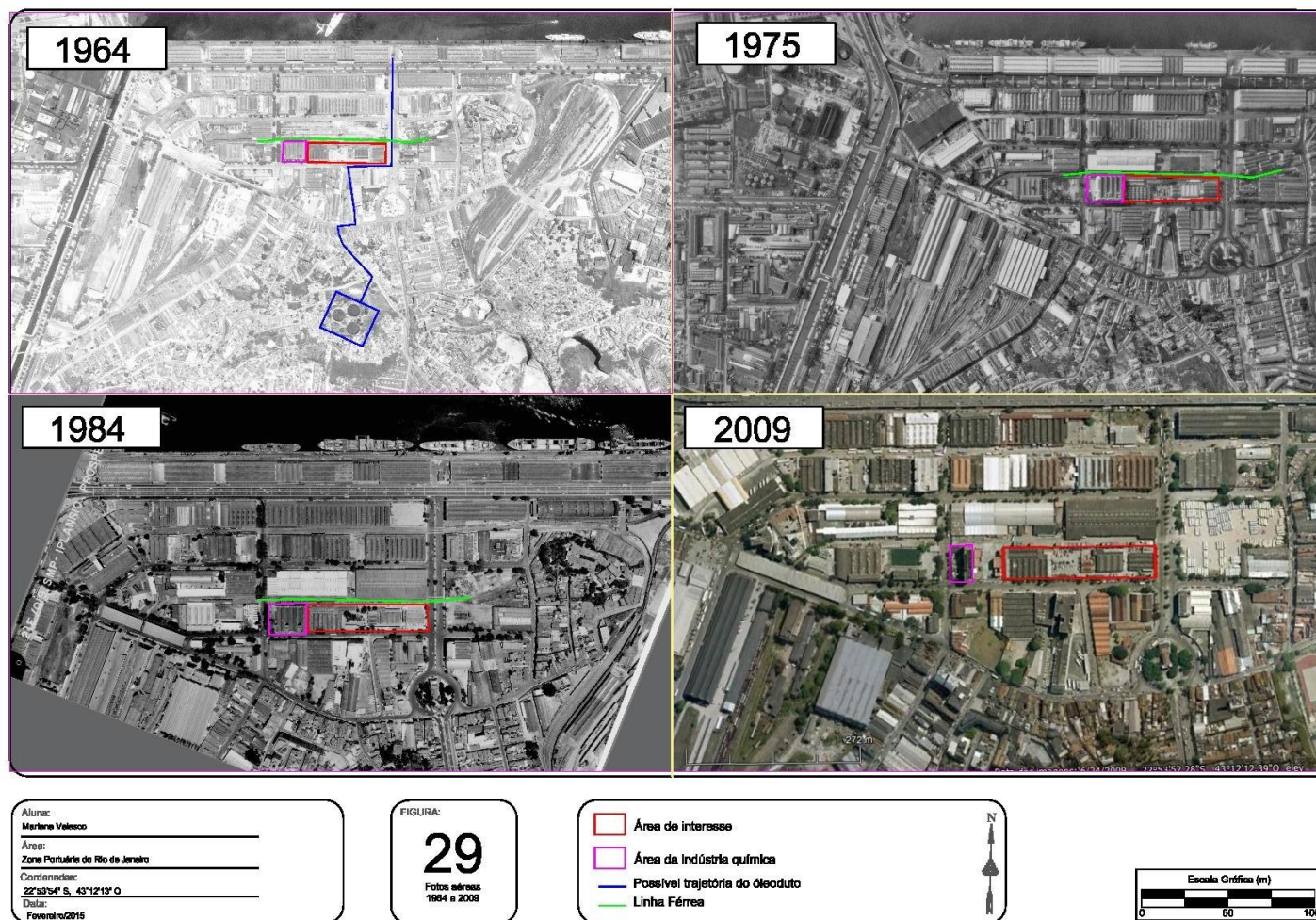


Figura 29: Foto aérea multitemporal caso 2.

Primeiramente, analisaremos as contaminações por **chumbo** e **Benzo (a) Pireno**. As pesquisas realizadas apontaram que o **chumbo** é utilizado na bateria de veículos e também era bastante utilizado na gasolina com a formula tetraetila Pb (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)<sub>4</sub>.

A fórmula de **chumbo** utilizada na gasolina tinha como objetivo aumentar a sua octanagem, ou seja, com a aplicação da formula de chumbo tetraetila a gasolina passa a ter uma melhor efetividade, um melhor desempenho. Essa contaminação está ligada às atividades da empresa Shell e da Petrobras, ambas utilizavam derivados de petróleo em suas atividades. Em meados da década de 1980, a utilização desse composto foi proibida no Brasil devido à poluição que causava no ambiente.

O **benzo (a) pireno** é um composto da família do **HPA** (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos). A contaminação por **HPA** ocorreu devido ao fato dos veículos movidos à gasolina e diesel serem as principais fontes de liberação destes, ou seja, esses HPAs são liberados no escape do motor, quando ocorre o processo de combustão dos hidrocarbonetos. Esses contaminantes são facilmente liberados sob a forma de partículas finas em suspensão, que se infiltram facilmente no meio. (AZEVEDO, ARAUJÓ E SILVA, 2013).

Já as contaminações nas amostras de solo, pelos metais **ferro**, **manganês** e **bário** estão ligadas a composição natural do solo. Como já foi dito anteriormente, o solo do Rio de Janeiro é rico em **ferro** e **manganês**. Já o **bário** é encontrado em abundância na água do mar, e como já foi citado no caso 1, a região é considerada um ambiente deposicional, possuindo assim uma quantidade considerável de sedimentos marinhos.

O **mercúrio** era também utilizado na composição da gasolina, logo, essa contaminação nos remete mais uma vez às atividades da Shell, Petrobrás e acentuando-se com a presença das atividades realizadas pela concessionária. Os compostos **fenantreno** e o **antraceno** são derivados de hidrocarbonetos, logo, essa poluição também segue sendo gerada por tais atividades.

O **alumínio** é utilizado em ligas metálicas, na construção civil e em serralherias. O **cromo** é muito utilizado para proteção à corrosão, serralherias e em ligas metálicas. O **arsênio**, como já foi citado anteriormente, é utilizado em serralherias, ligas metálicas, na fabricação de vidros e cerâmicas e na conservação de madeiras.

Logo, comparando com as atividades realizadas na área, a contaminação pelos três metais está ligada à presença da concessionária, pois, anteriormente, o terreno só era utilizado para estacionamento e abastecimento de frota e armazenamento de derivados de petróleo; diferentemente da concessionária, que tinha áreas destinadas à disposição de resíduos e oficinas mecânicas.

Outro ponto que podemos citar para o agravamento da contaminação por metais, é que ao lado do terreno havia o prédio da Quimicolor – Cia. de Corantes e Produtos Químicos, que começou a funcionar no local em meados da década de 1950, segundo o Diário Oficial. Não se sabe quais eram as atividades realizadas no local, porém, lá funcionava um prédio da empresa e depósito de produtos.

Como resultado final, a Investigação Confirmatória apontou para a necessidade de recuperação ambiental da área, uma Investigação Detalhada do terreno, e a remoção do solo contaminação para uma destinação final correta.

A Investigação Detalhada, realizada no terreno, reuniu amostras de solo e de água subterrânea para a análise dos compostos BTEX, PAH, TPH e Metais. As **Tabelas 10 e 11**, a seguir mostram os valores, que foram considerados acima dos limites aceitáveis em comparação a Resolução Conama nº420.

Tabela 10: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados no solo na fase de Investigação Detalhada – caso 2  
Fonte: INEA, 2012.

Contaminação no solo	
Compostos	Concentrações (mg/kg)
THP Total	11.489,00
Antimônio	708,00
Chumbo	1.933,00

Tabela 11: Contaminantes acima dos valores de intervenção encontrados na água subterrânea na fase de Investigação Detalhada – caso 2  
Fonte: INEA, 2012.

Contaminação água subterrânea	
Compostos	Concentrações (µg/L)
Bário	2.350,00
Ferro	3.668,00
Manganês	4.921,00
TPH Total	1,1
Ideno (1,2,3,cd) Pireno	0,21

Em comparação com a Investigação Confirmatória, as amostras de solo apontaram valores acima dos limites aceitáveis, para os compostos de **TPH** e **antimônio**.

Em relação à contaminação por **TPH**, não nos resta dúvida de que todas as atividades realizadas no terreno corroboraram para a presença de tal passivo.

O **antimônio** é largamente utilizado em baterias e acumuladores além de ser utilizado em pinturas. A contaminação desse metal está diretamente ligada com as atividades da concessionária, que possuía um local destinado à oficina de veículos, a pintura e uma área de disposição de resíduos. Não se sabe como eram destinadas as baterias que não eram mais utilizadas, e muito menos quais as condições da área de disposição de resíduos, contribuindo assim para o agravamento da contaminação do solo e da água subterrânea do terreno.

Já as amostras de água subterrânea apontaram contaminação diferenciada para os compostos **Ideno (1,2,3,cd) Pireno** e **TPH**. A contaminação da água subterrânea por **TPH** segue o mesmo padrão da contaminação do solo. E em relação ao **Ideno**, este PAH, como já foi dito, contamina o meio através de partículas finas, liberadas pelo motor, nos remetendo as atividades da concessionária.



Diante desse quadro de poluição ambiental, os estudos ambientais apresentados recomendaram somente a não utilização da água subterrânea do local e o monitoramento desta.

### Caso 3:

O terreno da CEG (Companhia Estadual de Gás), localizado na Avenida Pedro II, nº88, também faz parte do projeto “Porto Maravilha” e será destinado a construção de áreas residenciais. A **Figura 30** mostra a localização do terreno dentro da região portuária do Rio de Janeiro.



Figura 30: Localização da área de estudo caso 3 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ  
Fonte: Google Earth

A empresa CEG se instalou no local em meados de 1865, com o intuito de gerar energia para abastecer a cidade do Rio de Janeiro. As atividades que eram realizadas dentro da indústria eram altamente poluentes e geravam resíduos significativos. Na **Figura 31**, a seguir será apresentada uma planta da indústria em meados de 1911.

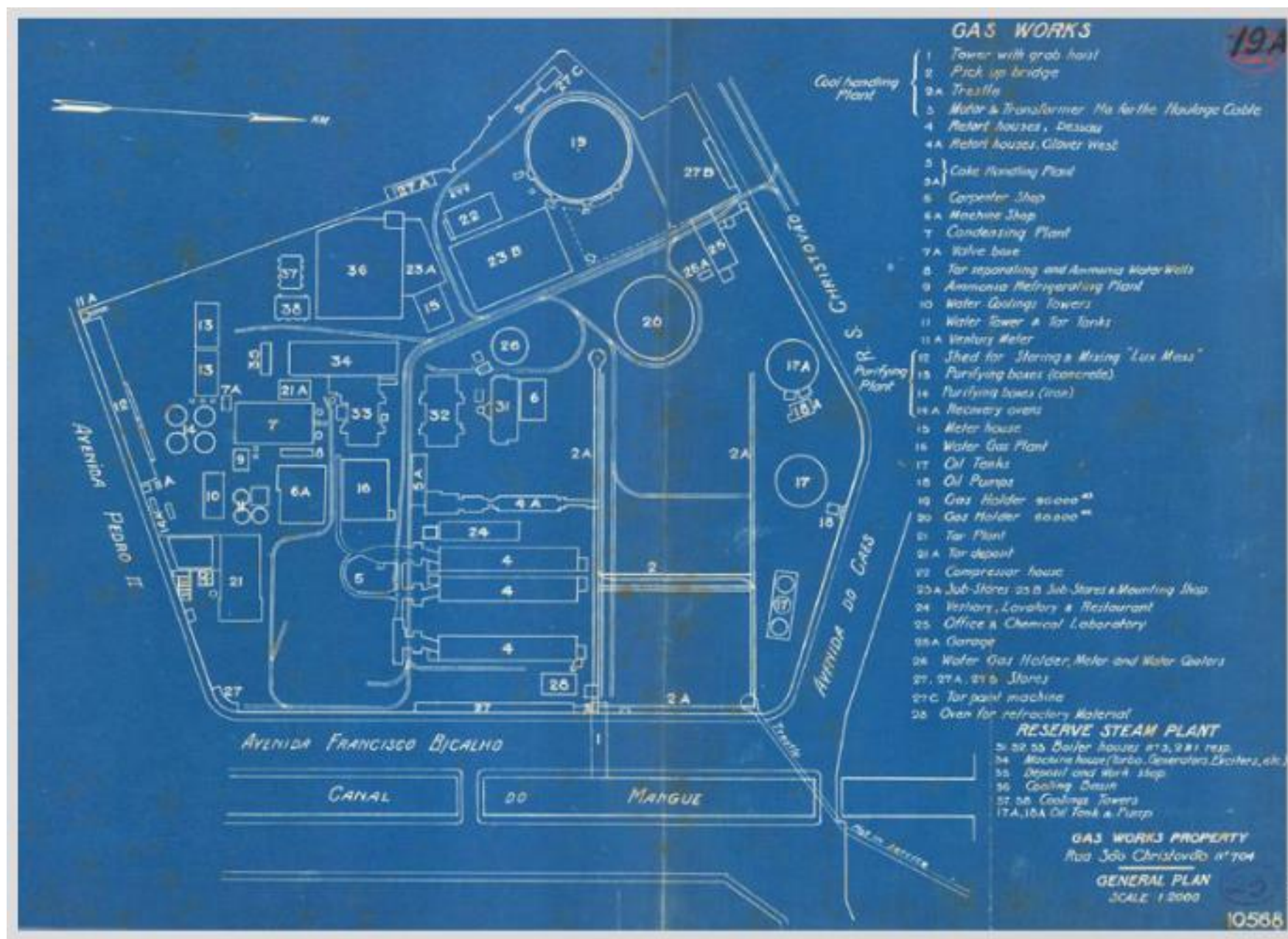


Figura 31: Planta do terreno da CEG em meados de 1911  
Fonte: Acervo da Light



Na planta, é possível verificar que a indústria tinha áreas destinadas a motores e transformadores, condensadores, bombas de óleos, tanques aéreos de gás e água, casa de compressores, uma ponte por onde entrava o carvão, um pátio onde ficava armazenado, fornos de recuperação de material, laboratório de química e caixas de purificação.

Segundo o processo do INEA, o pátio de produção era composto por cinco unidades, e cada unidade era composta dos seguintes equipamentos:

- Câmara de combustão;
- Câmara de craqueamento;
- Caldeira de recuperação;
- Scrubber (resfriamento);
- Chaminé;
- 2 geradores de energia elétrica movidos a gás natural.

Além dessas cinco unidades de produção, a empresa estocava material para a produção de gás manufacturado; produtos esses como:

- 07 gasômetros para a estocagem e gás manufacturado;
- 08 tanques fechados de Nafta;
- 09 tambores de catalizadores;
- 10 tambores de liquido odorante.

Como foi dito, a companhia começou a operar no local em 1895, onde era produzido gás utilizando a queima de carvão mineral. Na década de 60 o modo de produção do gás sofreu alterações, passando a ser utilizado como matéria-prima principal a Nafta, um composto derivado de hidrocarboneto, posteriormente, na década de 80, passou-se a utilizar o gás natural, utilizando-se a nafta semente quando necessário.

Obviamente, todos esses processos geraram passivos ambientais, que foram se acumulando com o tempo no meio ambiente. Segundo consta no processo do INEA, os manifestos de resíduos apresentados pela CEG em 1997, apresentavam como os principais resíduos gerados dentro da empresa o aço, ferro,

cobre, chumbo, antimônio, bronze, alumínio, óleo, catalizador, aço carbono, níquel, óleo mineral, borracha, vidro, graxa, tinta e tambores contaminados com odorizante; dando uma ideia dos possíveis contaminantes que podem ser encontrados no local.

Não se sabe ao certo como esses resíduos eram dispostos no terreno, ou seja, se eram colocados em um lugar próprio ou se apenas eram deixados em contato direto com o solo do local.

Em 1997 ocorreu também, a primeira investigação geoambiental na área, pois, a CEG tinha alguns questionamentos sobre o terreno ter problemas de passivo ambiental, visto que, a empresa operava no local desde 1865, e nunca havia sido realizado nenhum tipo de estudo ambiental na área.

A investigação teve por objetivo avaliar a qualidade do solo do local. Foi realizado então, 06 (seis) sondagens para coleta e análise de BTEX e metais.

Na **Tabela 12** são apresentadas as maiores concentrações, que foram consideradas acima dos limites aceitáveis em comparação com a lista apresentada pela NBR 10.004. É importante salientar que não foram coletadas amostras de água subterrânea para análise.

Tabela 12: Contaminantes encontrados no solo acima dos valores aceitáveis de acordo com a NBR 10.004  
Fonte: INEA, 1997.

Contaminação no solo	
Compostos	Concentrações (mg/kg)
Arsênio	0,26
Cianeto	2,00
Chumbo	391,00
Cromo	167,00
Mercurio	0,19
Manganês	2,48
Índice de Fenois	0,01

Como resultado o estudo apontou à necessidade de dar continuidade às investigações, e a amostragem de mais pontos para poder quantificar a extensão da contaminação, e posteriormente, propor um plano de remediação de áreas contaminadas.

Após essa investigação foi realizado um estudo sobre a área, apontando todas as suas características, como se fosse uma Avaliação Preliminar. O estudo apresentou 8 áreas consideradas perigosas, nessas áreas havia rupturas no gasômetro, rupturas nos gasodutos, fissuras nas tubulações, ruptura do lavador do gás manufacturado e ruptura no tanque de Nafta; podendo contaminar tanto o solo quanto a água subterrânea do local.

O estudo deixou claro também que os processos de produção ocorridos ao longo dos anos foram altamente poluidores e geraram muitos passivos ambientais, visto que, as operações de produção de gás a partir de carvão mineral lançavam direto no meio, resíduos de hidrocarbonetos, geralmente contendo enxofre, e metais como: mercúrio, chumbo e cádmio.

Em 2002, foram feitos novos estudos de investigação que detectaram diversos contaminantes acima dos valores aceitáveis (comparado com a Lista CETESB) como BTEX, PAH, metais como: chumbo, cobre, níquel, arsênio, mercúrio e cianeto, borras de óleo e óleo em fase livre.

Diante desse diagnóstico, foram implementados projetos de remediação ambiental para a área, em relação à fase livre apresentada em alguns locais do terreno, foi realizado o bombeamento e a recuperação do óleo, e para os outros compostos, foi construído uma Barreira Hidráulica para conter a movimentação dos contaminantes.

O plano de remediação perdurou até meados de 2011, na ocasião, foi dito pelo o INEA, que a área foi diagnosticada como sendo ACI (Área Contaminada sob Investigação), pois ainda apresentava alguns pontos com contaminação.

Em 2013 foi apresentado outro plano de remediação, dando continuidade ao que se iniciou em 2004. Porém, nos processos do INEA não consta se a área encontra-se remediada e apta para mudança de uso e ocupação do solo. Desde

meados de 2012 a área pertence à CDURP – Companhia de Desenvolvimento Urbano da Região do Porto do Rio de Janeiro, que adquiriu o terreno para poder construir edificações de caráter residencial.

Na **Figura 32** será apresentada uma foto aérea da área da CEG.

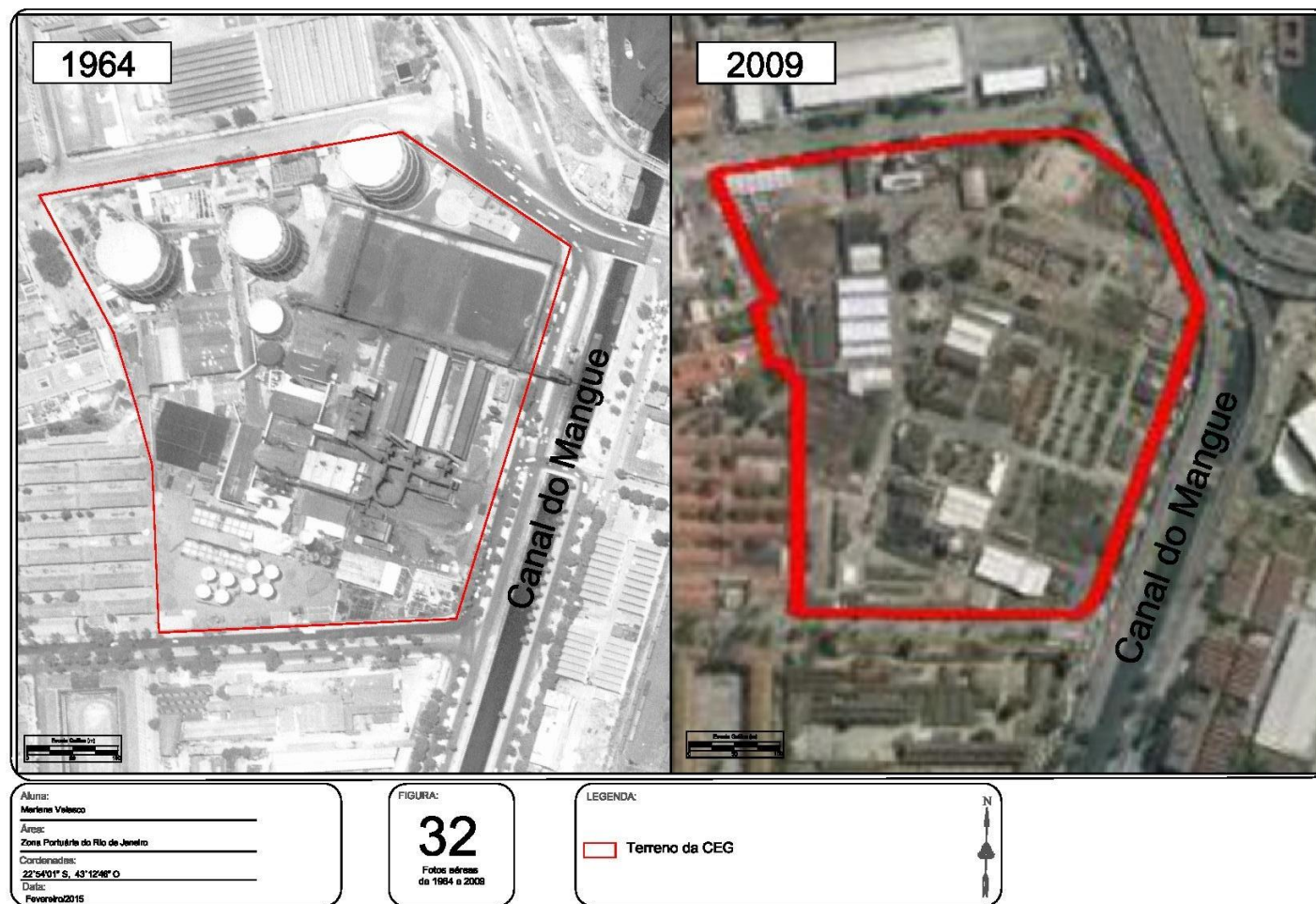


Figura 32: Foto aérea multitemporal caso 3

**Caso 4:**

Por último citaremos a área de carga e descarga do porto. Certamente é uma das áreas mais contaminadas da zona portuária, porque além, de mercadorias circulando no local, a área possui várias tubulações de oleodutos e gasodutos, oficinas mecânicas, subestações, tanques aéreos, entre outras atividades que podem contaminar o solo e a água subterrânea. A **Figura 34** mostra uma planta do porto de 1948 destacando os diversos dutos que cortam o local, já a **Figura 33** compreende o porto da cidade do Rio de Janeiro, em destaque com a cor vermelha.



Figura 33: Localização da área de estudo caso 4 – Zona Portuária do Rio de Janeiro – RJ

Fonte: Foto Google Earth

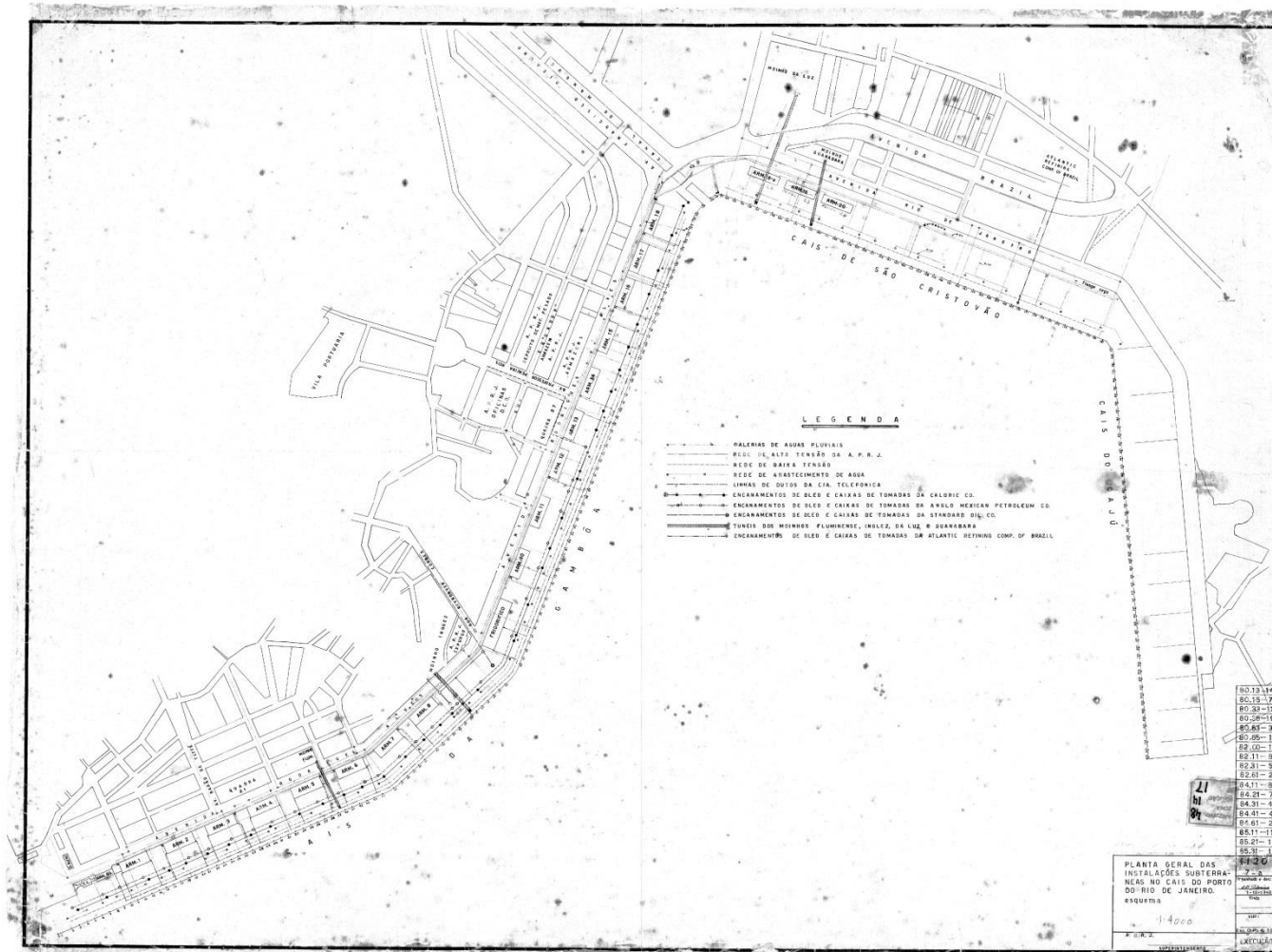


Figura 34: Planta dos dutos em 1948



Segundo informações da Docas da Alfandega, a área do porto do Rio de Janeiro, atualmente, possui 6.700 metros de cais contínuo e um píer de 883 metros de perímetro. As instalações portuárias vão desde a extremidade leste, no Píer Mauá, até a extremidade norte do Cais do Caju, incluído os cais, ilhas, docas, pontes e píer de atracação e de acostagem, armazéns, pátios, edificações, vias internas de circulação rodovias e ferrovias, além de terrenos ao longo dessas faixas marginais.

As zonas portuárias podem ser divididas em Zona Portuária da Gamboa (ZPG) ou Cais da Gamboa (3.150 metros acostáveis e vinte berços), Zona Portuária do Caju (ZPC) ou Cais do Caju (1.001 metros acostáveis e cinco berços) e Zona Portuária de São Cristóvão (ZPS) ou Cais de São Cristóvão (1.525 metros acostáveis e seis berços).

O Cais da Gamboa inicia-se junto ao Píer Mauá e se prolonga até o canal do Mangue, numa extensão de 3.043 metros. É atendido por 17 armazéns. Dentro do cais encontram-se os terminais: TG1 – Terminal 1 de Carga Geral da Gamboa; TT1 – Terminal 1 de Trigo da Gamboa; TPP – Terminal de Bobinas de Papel para a imprensa de Carga Geral; TG2 – Terminal 2 de Carga Geral da Gamboa; TSG - Terminal de Produtos Siderúrgicos da Gamboa; TT2 - Terminal 2 de Trigo da Gamboa; TPA - Terminal de Passageiros; TLG – Terminal de Granéis Líquidos da Gamboa.

Atualmente, dos armazéns 14 a 17 funcionam atividades ligadas às operações *offshore*. Alguns desses armazéns estão sendo arrendados pela empresa Petrobras, que utilizam a área para armazenamento de carga de retorno (*Backloading*) de plataformas da área de Exploração e Produção (E&P). Os demais estão sendo utilizados para atividades portuárias em geral.

O Cais de São Cristóvão possui 6 berços distribuídos em 1.259 metros. Dispõe de 4 armazéns e pátios descobertos. O cais de São Cristóvão é destinado aos produtos siderúrgicos, e as cargas gerais complementares.

Nele se encontra o TLS (Terminal de Granéis Líquido de São Cristóvão), TGS (Terminal de Carga Geral e Offshore de São Cristóvão), TPS (Terminal de



produtos Siderúrgicos de São Cristóvão) e o TTS (terminal de Trigo de São Cristóvão).

O terminal TPS está arrendado à empresa Triunfo, que realiza a operação de carga e descarga de produtos siderúrgicos e o terminal TTS está arrendado ao Moinho Cruzeiro do Sul, empresa do segmento alimentício. O terminal TGS realiza operações de apoio às atividades offshore, envolvendo movimentação de cargas e infraestrutura para reparos de embarcações e plataformas de exploração de petróleo.

E por último, o Cais do Caju. Nele funcionam os terminais; TLC (Terminal de Granel Líquido do Caju), TCO (Terminal de Contêineres) e TRR (Terminal Roll-on e Roll-off).

O terminal TLC é destinado à descarga de produtos químicos. O TCO está arrendado à empresa Libra S.A e a Multi – Rio Operações Portuárias e o TRR está arrendado à empresa Multi – Car Veículos S.A.

As contaminações da área de embarque/desembarque de produtos começaram quando o porto começou a operar. O capítulo 2 enfatizou bem todas as atividades já realizadas na área ao longo dos séculos e todos os produtos que eram armazenados nos galpões. No início da década de 1970, quando teve início a intensificação de conscientização ambiental, começou a serem registrados os acidentes que ocorriam nas embarcações e instalações portuárias.

Em 1975, ocorreu o primeiro grande acidente. Um navio da frota Iraqi National Oil abastecido de derivados de petróleo, vindo do Iraque, ao se aproximar do terminal, em condições de maré baixa, começou a fazer as manobras sem notar que o casco do navio estava batendo no fundo. O forte cheiro e a claridade da lua permitiram que se percebesse notar a grande quantidade de óleo que estava vazando do navio para o mar. O óleo que vazou para o mar foi da ordem de 6.000 toneladas (COELHO, 2007).

Outro acidente documentado que ocorreu na Baía foi no dia 30 de janeiro de 2012, quando funcionários operavam maçaricos a céu aberto na área do antigo armazém 30 quando ocorreu uma explosão, matando uma pessoa e ferindo duas.

A seguir serão apresentados os estudos ambientais já realizados nos terminais, na região de embarque/desembarque de mercadorias. Esses estudos foram adquiridos também nos processos do INEA e estão divididos por áreas.

Primeiramente citaremos as investigações que ocorreram no Cais da Gamboa. Como destacada anteriormente, o cais é formado por 17 armazéns, ou seja, vai do Terminal dos passageiros até o Canal do Mangue, em São Cristóvão.

A primeira área estudada estende-se entre os armazéns 8/9. Lá foi realizado um atendimento emergencial, causado por um vazamento de um dos oleodutos que corta os terminais (COMPANHIA DOCAS DO RIO DE JANEIRO – CDRJ, 2014).

Essa área, segundo o processo do INEA, passa por um processo de remediação desde 2008, devido à presença de fase livre de derivados de petróleo. Até meados de maio de 2009 havia sido recuperados cerca de 344,00 litros de produtos em fase livre. A na **Figura 35** apresenta a foto aérea do local.

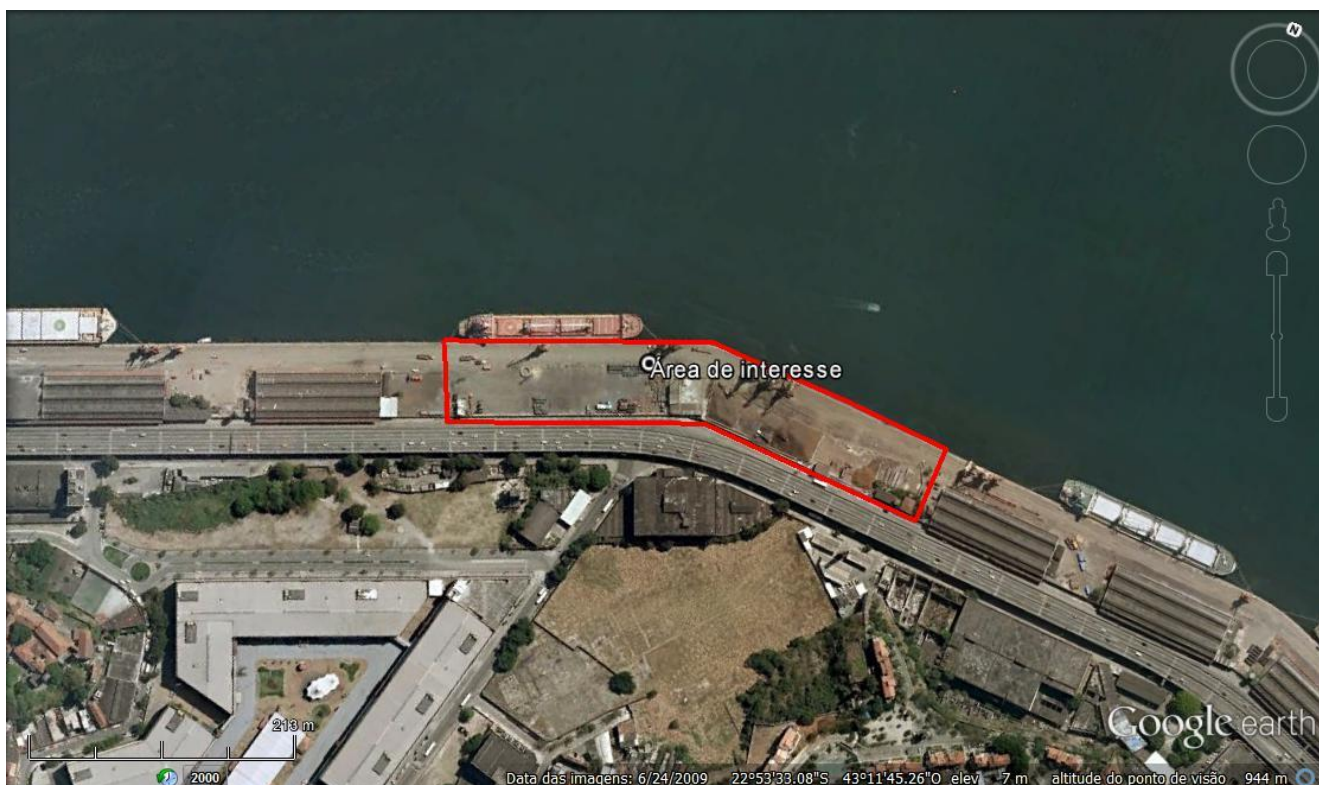


Figura 35: Foto aérea da área investigada na zona de embarque e desembarque no porto do Rio de Janeiro - RJ

Fonte: Google Earth

O relatório, apontou que na área foram retidas cerca de 1 tonelada de solo contaminado, 200 litros de hidrocarbonetos, em fase livre e 200 litros de produto ainda dentro da tubulação.

A área foi monitorada durante um período de tempo, porém, não se têm informações se esse monitoramento ainda está em curso e se houve algum outro acidente ou estudo de caráter ambiental.

Outra parte do Cais da Gamboa, que passou por uma investigação ambiental, foi o terminal da empresa Petrobrás; que se estende do armazém 14 ao canal do Mangue. A **Figura 36** mostra sua localização.



Figura 36: Foto aérea do pátio da Petrobrás na zona de embarque e desembarque do porto do Rio de Janeiro – RJ

Fonte: Google Earth

Nessa investigação foram realizadas análises para o solo e a água subterrânea dos seguintes compostos; HPA (comparado com a lista EPA), Metais, BTEX e TPH, todos baseados na Resolução Conama nº420. Nas **Tabelas 13 e 14**, a seguir são apresentados os compostos que foram encontrados e suas concentrações.

Tabela 13: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, no solo, de acordo com a Resolução Conama 420  
Fonte: INEA, 2011.

<b>Contaminação no solo</b>	
<b>Compostos</b>	<b>Concentrações (mg/kg)</b>
THP Total	<1.000,00
HPA	4,88
Zinco	2.251,00
Níquel	346,20
Chumbo	2.477,10

Tabela 14: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, na água subterrânea, de acordo com a Resolução Conama 420  
Fonte: INEA, 2011.

<b>Contaminação água subterrânea</b>	
<b>Compostos</b>	<b>Concentrações (µg/L)</b>
Boro	980,00
Chumbo	1.040,00
Níquel	90,00
Selênio	12,00
Zinco	7.850,00
Cádmio	50,00
Bário	770,00
Ferro	4.380,00
Manganês	11.600,00



De acordo com o estudo realizado, a área é composta pelas seguintes atividades: um posto de derivados de petróleo (com a presença de tanques subterrâneos), área de apoio para as atividades *off-shore* da Petrobrás, sem contar com os diversos dutos que cortam a área e as subestações de energia que ali se encontram, portanto, a poluição tanto do solo quanto da água subterrânea estão ligados a essas atividades. Sem contar que durante anos circularam os mais variados produtos, que eram armazenados e desembarcados/embarcados no porto diariamente.

É válido lembrar, como já foi citado anteriormente, alguns desses metais são bastante encontrados nos solos da cidade do Rio de Janeiro, fazendo parte assim de sua composição natural.

O estudo recomendou uma maior fiscalização das operações portuárias, manter o monitoramento das águas subterrâneas e a retirada dos tanques subterrâneos localizados na área do posto de distribuição de derivados de petróleo.

A segunda parte do porto a ser analisada é o Terminal do Caju, onde localizam-se as empresas Triunfo, Multicar, Multiterminais e Libra.

Primeiramente, citaremos a área da empresa Triunfo. Em 2012, ocorreu no pátio da empresa uma explosão, que matou uma pessoa e feriu duas. Na foto ve-se a área que a empresa opera dentro do porto da cidade do Rio de Janeiro.

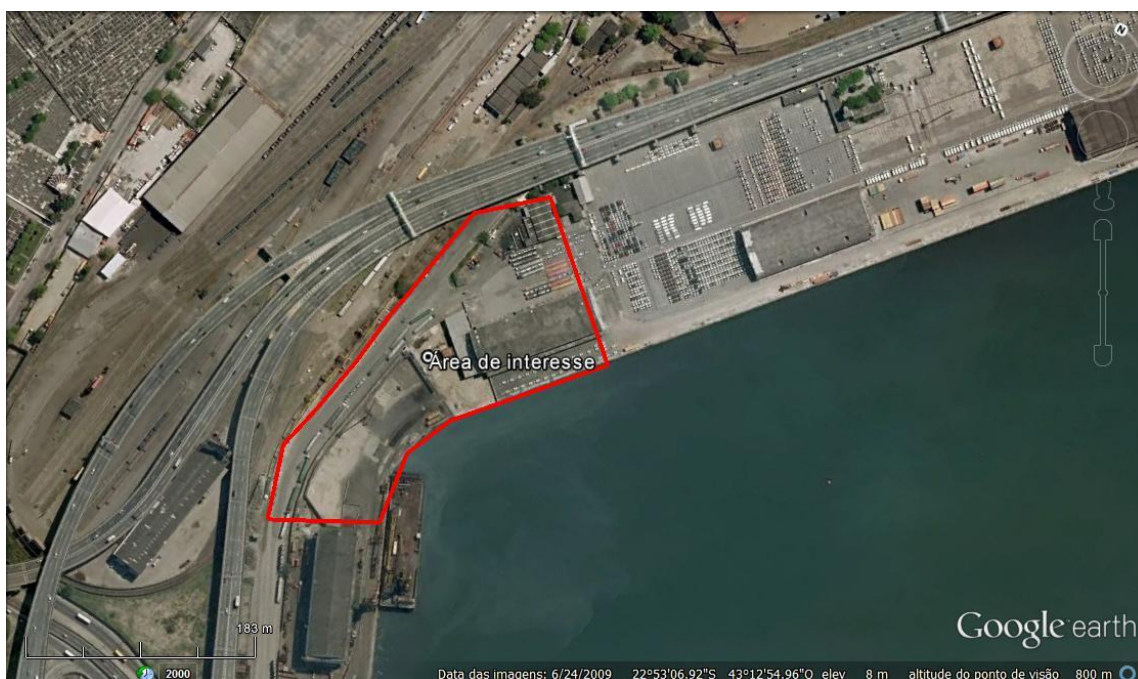


Figura 37: Foto aérea do pátio de operação da empresa Triunfo no porto do Rio de Janeiro - RJ  
Fonte: Google Earth

A Triunfo está situada na área do Cais dos Siderúrgicos, devido às operações de embarque/desembarque de produtos siderúrgicos. Além disso, também são realizadas pela empresa operações de atividades *off-shore*, envolvendo a movimentação de cargas e infraestrutura para reparos de embarcações e plataformas de exploração de petróleo.

Nas investigações foram realizadas amostragem de solo e água subterrânea para detectar possíveis contaminações. Os compostos analisados foram: TPH, VOC, SVOC e metais pesados. Estes foram analisados de acordo os limites estabelecidos na Resolução Conama nº420.

As investigações Geoambientais realizadas apontaram a presença de fase livre de derivados de petróleo no pátio, e os resultados das análises químicas apontaram a presença de **BTEX** no solo 72 vezes maior do que o permitido, e a presença de **Diclorometano** com valor de 0,081 mg/kg.

Acredita-se que o produtos em fase livre e a explosão ocorrida no local, estão diretamente ligadas com a presença do duto de Manguinhos, que corta o terminal. Esse duto foi construído em meados de 1950, para transportar derivados de petróleo para o porto.

Além da Triunfo, a empresa Multicar, que também se localiza no Cais do Caju, passou por investigações ambientais, após ter recebido do INEA uma notificação a respeito do derramamento ou vazamento de combustíveis para o solo. A foto aérea a seguir mostra o local investigado.

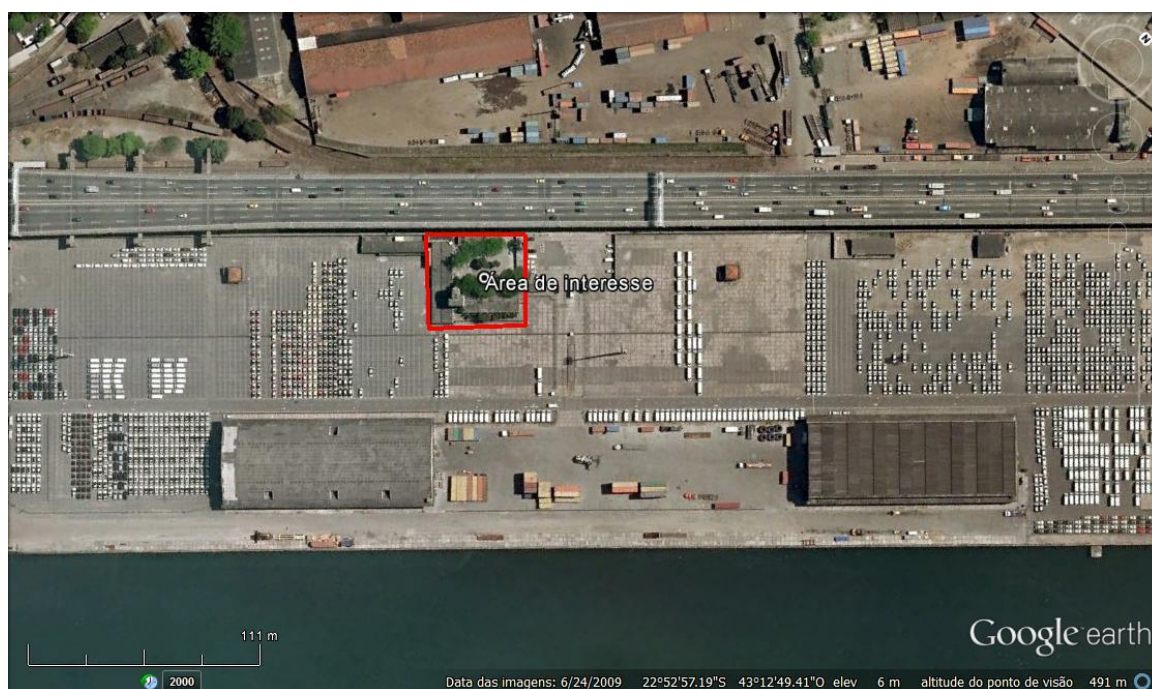


Figura 38: Foto aérea da parte da área de operação da empresa Multicar no porto do Rio de Janeiro - RJ

Fonte: Google Earth

Segundo consta nos processos do INEA, a área possui um tanque aéreo de 15.000 L que armazenava diesel para o abastecimento das máquinas e carretas. Este tanque foi instalado em 1999 e foi removido em 2008.

Diante desse fato e da notificação do INEA, foram realizadas na área coleta de solo e água subterrânea para análise dos compostos BTEX, PAH, TPH e Etanol. Como resultado, para as amostras de solo, não foram encontrados valores acima dos limites aceitáveis, em comparação a Resolução Conama n°420 e a lista da EPA.

Já nas análises de água subterrânea foram encontrados valores acima dos limites aceitáveis (Resolução Conama n°420 e EPA) para **benzeno** (BTEX) com o valor de 345 µg/L, para **naftaleno (HPA)** o valor de 241,50 µg/L e **Benzo (a) antraceno (HPA)** no valor de 2,10 µg/L.

Após a Investigação Geoambiental Confirmatória foi recomendado uma Investigação Detalhada para a área. Essa investigação foi realizada e não apresentou nenhum valor acima dos limites estipulados pelo Conama para os compostos PAH, BTEX e TPH, tanto para o solo quanto para a água subterrânea.



A última área a ser analisada, dentro do porto, foi o terminal que está sendo arrendado à empresa Libra. No pátio foi realizado uma Avaliação Preliminar para a renovação da LO – Licença de Operação, para a análise de possíveis áreas com potencial de contaminação. Na foto aérea a seguir apresenta-se a região ocupada pela empresa Libra.



Figura 39: Foto aérea do pátio arrendando pela empresa Libra S.A no porto do Rio de Janeiro - RJ  
Fonte: Google Earth

Segundo consta no processo do INEA, a empresa começou a operar no *site* em meados de 1999, antes o terminal era operado pela Companhia Docas. As principais atividades realizadas na área eram a movimentação de contêineres e contêineres a granel líquidos destinados a União Terminais.

No pátio havia áreas destinadas a oficinas de manutenção, tanque aéreo de estocagem de óleo com capacidade de 15000 L, quatro subestações, um local destinado a estocagem de tambores de óleo e bombas e área de lavagem de veículos.

Após a Avaliação Preliminar foi realizada uma Investigação Confirmatória, com a realização de sondagens para coleta de solo e água

subterrânea, para análise dos compostos VOC, SVOC, PCB e Metais, todos comparados a Resolução Conama nº420.

Os resultados analíticos não apontaram contaminação para o solo, porém, na água subterrânea foram encontrados valores acima do limite em comparação com a Resolução Conama nº 420 para os metais listados a seguir, na **Tabela 15**.

Tabela 15: Compostos de interesse encontrados acima dos valores aceitáveis, na água subterrânea, de acordo com a Resolução Conama 420

Fonte: INEA, 2012

Contaminação água subterrânea	
Compostos	Concentrações (µg/L)
Mangaêns	2,73
Boro	2,26
Prata	0,17

O **manganês**, como já foi explicado anteriormente, é próprio da geomorfologia da cidade do Rio de Janeiro. Já a contaminação por **boro** e **prata** está ligada às atividades já realizadas no terminal, como por exemplo: as oficinas de manutenção, armazenamento de contêineres, as subestações e estocagem de derivados de petróleo.

O metal **prata** é utilizado em soldas e ligas, é importante destacar que antes dessa área ser ocupada e transformada em terminal, ela era destinada ao armazenamento de minério, logo, essa contaminação deve ter sido originada através desse armazenamento e foi se acentuando com as atividades realizadas atualmente no local.

O **boro** é utilizado em alvejantes e detergentes, na produção de vidros e cerâmicas e em produtos farmacêuticos. Assim como o metal **prata**, esse passivo foi gerado na época em que eram armazenados minério no local e foi sendo agravado com as atividades atuais da área como exemplo a oficina mecânica e a área de lavagem de frotas.

Portanto, diante desse diagnóstico da área, o estudo recomendou a não utilização da água subterrânea e o monitoramento semestral da mesma, para poder acompanhar a evolução ou não das concentrações de metais.

Não é sabido se a área encontra-se em monitoramento e nem se houve algum outro tipo de estudo ambiental no pátio alocado pela empresa Libra.

Para fechar a análise dos terminais estudados, foi feito um resumo com as áreas contaminadas e seus contaminantes, apresentada na foto aérea a seguir.

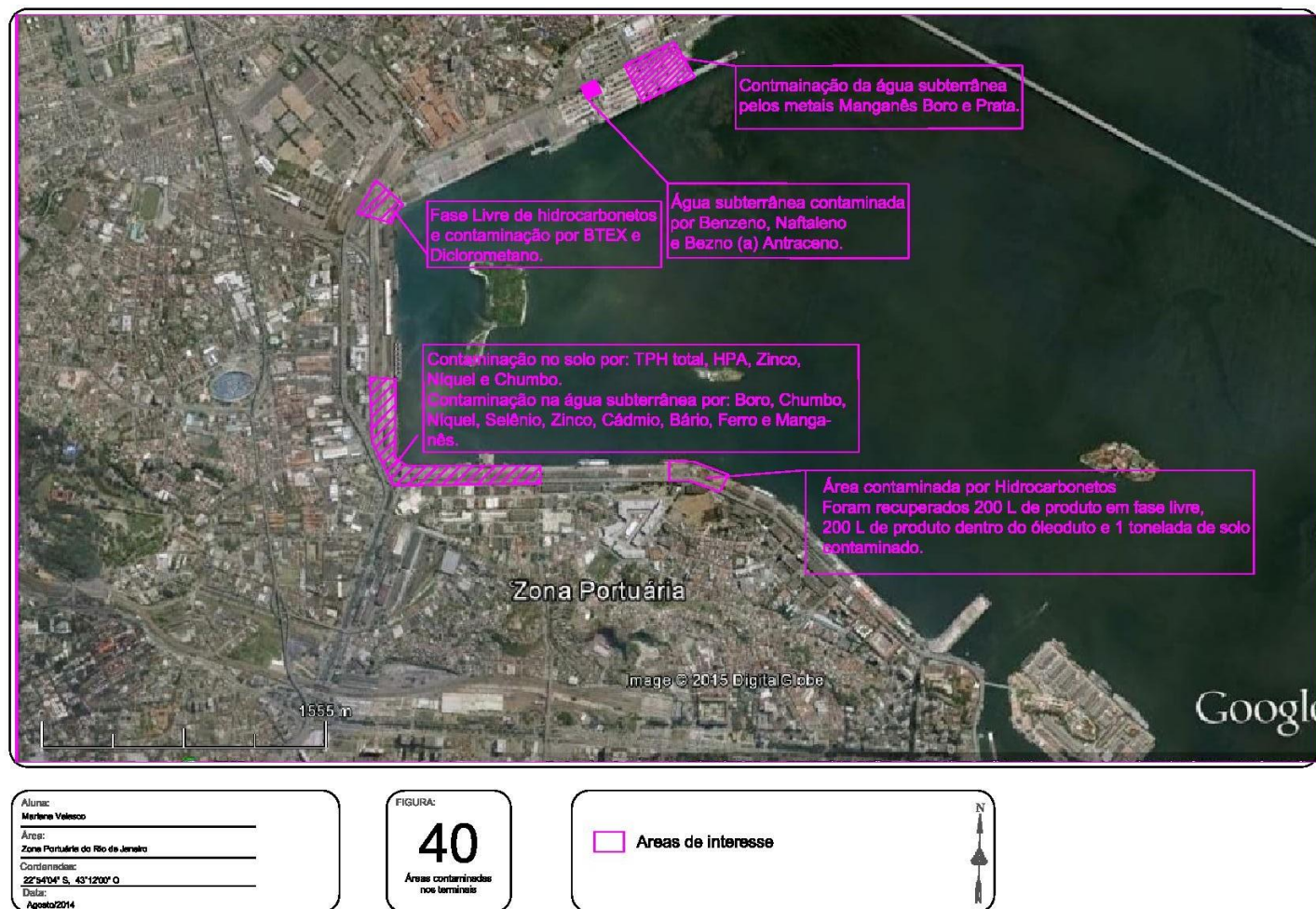


Figura 40: Foto aérea com as áreas contaminadas no porto

Diante dos quatro casos apresentados, é válido afirmar que o projeto “Porto Maravilha” nos favoreceu na descoberta de novas áreas contaminadas, apesar do estudo histórico, apresentado no capítulo 2, já nos ter proporcionado isso. A confirmação dessas contaminações e a compilação de dados, nos mostra, que de fato, esses passivos ambientais estão ligados às atividades passadas, e que foram se acentuado com as atividades mais recentes desenvolvidas nos locais.

Porém, somente algumas áreas estão passando por investigações ambientais, o que torna esse projeto algo inviável, visto que, é imprescindível antes de ocorrer à mudança de uso do solo a realização de estudos ambientais (MANUAL DE GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS, 2001).

A região portuária da cidade do Rio de Janeiro deve ser recuperada como um todo, assim como ocorreu com as cidades de Londres e Barcelona. Diante dessa problemática, foi pensada uma ideia para eliminar tal poluição ambiental, um esboço de um projeto de mitigação.

#### **4. Proposta de um projeto de mitigação para a zona portuária**

Relembrando, que a origem de uma área contaminada está relacionada ao desconhecido, em épocas passadas, de procedimentos não muito seguros para o manejo de substâncias perigosas, ou seja, esta ligada à ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias primas e produtos.

De acordo com essa definição, e com a certeza de que a zona portuária é uma área contaminada, foi pensada uma proposta de mitigação para a região.

O projeto de recuperação ambiental, proposto para a área, primeiramente irá dividir a região em setores, como apresentado na **Figura 41**, a seguir.



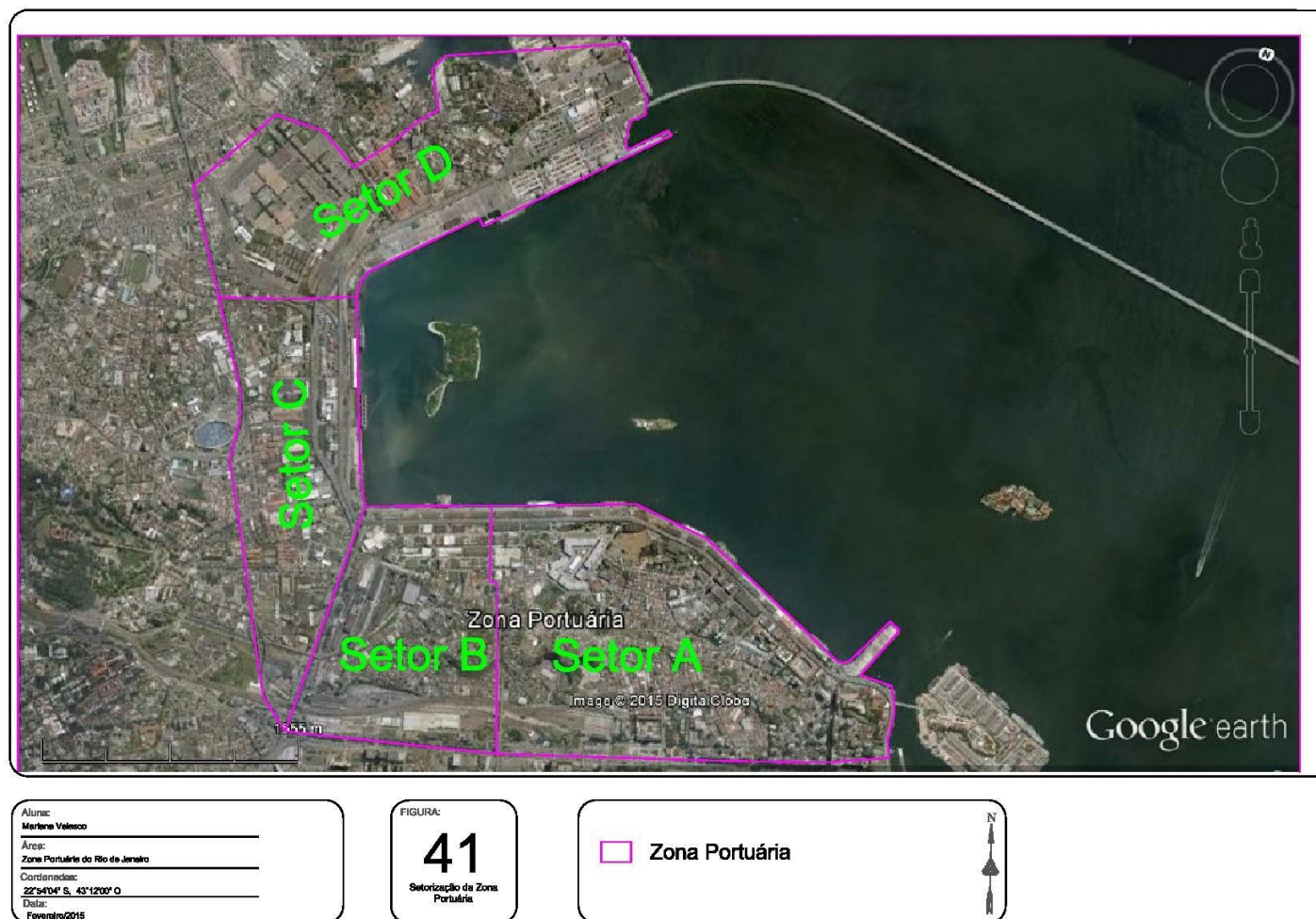


Figura 41: setorização da zona portuária



Após essa separação e o estudo de cada setor, irá se elaborado, um banco de dados (**Tabela 16**), onde os órgãos ambientais teriam total controle sobre as devidas medidas a serem tomadas, caso haja uma mudança de uso do solo nos terrenos, medidas essa como: renovação de licença ambiental, processos de licenciamento, vistorias, necessidades de estudos ambientais, entre outras. Na **Tabela 16** irá ser apresentado apenas um exemplo para dar uma ideia de como ficaria, pois, a realização desse projeto requer verbas e uma equipe para poder realizar os trabalhos de campo.

Além desse banco de dados contabilizando as atividades, outra tabela, base de dados, poderá mostrar quantas áreas de cada setor já passaram por estudos ambientais e como elas estão classificadas, ou seja, se já foram reabilitadas, se estão passando por processo de remediação, entre outras classificações. O exemplo de tabela classificatória encontra-se, na **Tabela 17**.

Tabela 16: Tipos de atividades realizadas na Zona Portuária.  
Fonte: Mariana Velasco

Zona Portuária do Rio de Janeiro					
Atividades					
Setor	Comercial	Industrial	Residencial	Posto de combustível	Total
<b>A</b>	50	2	1.000	2	1.054
<b>B</b>	30	5	400	1	432
<b>C</b>	35	2	10	2	49
<b>D</b>	70	4	900	1	975
<b>Total</b>	<b>185</b>	<b>13</b>	<b>2.310</b>	<b>6</b>	<b>2 510</b>

Tabela 17: Classificação das áreas registradas.  
 Fonte: Mariana Velasco.

Áreas contaminadas Zona Portuária do Rio de Janeiro							
Classificação							
Setor	Rabilitada para uso declarado (AR)	Em processo de remediação (ACRe)	Em processo de monitoramento para encerramento (AME)	Contaminada sob investigação (ACI)	Contaminada em processo de reutilização (ACRu)	Contaminada com risco confirmado (ACRi)	Total
A	0	2	0	0	0	15	17
B	0	0	0	3	1	20	24
C	0	0	0	2	0	10	12
D	0	0	0	1	2	15	18
Total	0	2	0	6	3	60	71

A classificação das áreas contaminadas segue de acordo com a Lei 13.557/2009, que estabelece as seguintes classes:

- **Área contaminada sob investigação (ACI)** – área onde foram constatadas por meio de investigação confirmatória concentrações de contaminantes que colocam, ou podem colocar, os riscos os bens a proteger;
- **Área contaminada com risco confirmado (ACRi)** – área onde foi constatada, por meio de investigação detalhada e avaliação de risco, contaminação no solo ou em água subterrânea, a existência de risco à saúde ou a vida humana, ecológico, ou onde foram ultrapassados os padrões legais aplicáveis;
- **Área contaminada em processo de remediação (ACRe)** – área onde estão sendo aplicadas medidas de remediação visando a eliminação da massa de contaminantes ou, na impossibilidade técnica ou econômica, sua redução ou a execução de medidas de contenção e/ou isolamento;
- **Área em processo de monitoramento para encerramento (AME)** – área na qual não foi constatado risco ou as metas de remediação foram atingidas após implantadas as medidas de remediação, encontrando-se em processo de monitoramento para verificação de manutenção das concentrações em níveis aceitáveis;
- **Área reabilitada para uso declarado (AR)** – área, terreno, local, instalação, edificações ou benfeitoria anteriormente contaminada que, depois de submetida às medidas de intervenção, ainda que não tenha sido totalmente eliminada a massa de contaminação, tenham reestabelecido o nível de risco aceitável à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger;
- **Área contaminada crítica** – as áreas contaminadas que, em função dos danos ou riscos, geram risco eminentes a vida, inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, exigindo imediata intervenção pelo responsável ou pelo poder público, com necessária execução diferenciada quanto a intervenção, comunicação de risco e gestão da informação;
- **Área contaminada em processo de reutilização (ACRu)** – área contaminada onde se pretende estabelecer um uso do solo diferente

daquele que originou a contaminação, com a eliminação, ou redução a níveis aceitáveis, dos riscos aos bens a proteger, decorrentes da contaminação.

Após essa classificação, e de acordo com o estudo histórico e a proposta do “Porto Maravilha”, acredito que a maioria dos terrenos se encaixa no quesito de área contaminada em processo de reutilização, ou seja, áreas que estão sofrendo uma mudança de uso do solo e precisam passar pelas etapas de Investigação Geoambiental, ou seja, Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória, Detalhada e Análise de risco, apresentado assim esses relatórios para os órgãos competentes terem um maior controle da situação.

A avaliação preliminar é a primeira etapa de avaliação de passivos ambientais, ela identifica a possível existência de contaminação na área. Havendo indícios na avaliação preliminar, realiza-se a etapa de investigação confirmatória, para verificar a necessidade de realizar a etapa de investigação detalhada e, quando necessário, a avaliação de risco à saúde humana. No caso de já evidenciada a contaminação na etapa inicial, direciona-se para a etapa de investigação detalhada. Porém, a realização da avaliação preliminar é pré-requisito para a realização das etapas subsequentes, pois, ela que nos fornecerá um diagnóstico e um histórico completo da área (NBR 15551-1).

Essa avaliação tem como principal objetivo identificar a possível contaminação existente na área. Ela é a realização de um diagnóstico inicial, mediante coleta de dados existentes e a realização de inspeção de reconhecimento da área.

A coleta de dados existentes consiste em um estudo histórico da área, possibilitando assim uma reconstituição de como foram desenvolvidas as atividades de manejo, produção, armazenamento e disposição de substâncias em uma área, além da evolução do uso e ocupação do solo nas adjacências e o posicionamento dos bens a proteger (rios, fauna, flora, entre outros).

A utilização de fotos aéreas multitemporais como foi utilizada nos estudos de casos é bastante comum, pois, possibilita ver muitas vezes, a planta da

fábrica/indústria ou da área comercial, se no terreno havia algum tanque aéreo de armazenamento de derivados de petróleo, quais tipos de atividades eram realizadas no local, entre outros fatores.

Esse diagnóstico inicial da área é de extrema importância, pois, nos direciona para a realização das outras etapas, quais áreas serão investigadas, ou seja, que possui um maior potencial de contaminação (AP), se será necessário uma investigação confirmatória ou se já pode partir para a detalhada, enfim, essa avaliação é a mais importante delas, pois, é a mais absoluta, visto que, iremos ter um diagnóstico total da área em questão e o seu histórico.

A segunda etapa da investigação geoambiental consiste na investigação confirmatória que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de contaminação e verificar a necessidade de uma investigação detalhada nas áreas suspeitas, identificadas na etapa de avaliação preliminar.

A confirmação da contaminação dá-se basicamente pela tomada de amostras e análise do solo e da água subterrânea, dos compostos selecionados que vão de acordo com o tipo de atividade que foi realizado na área e quais os tipos de matérias-primas utilizadas nessas atividades, em pontos estrategicamente selecionados (CETESB, 2001).

Em seguida, deve ser feita a interpretação dos resultados das análises realizadas nas amostras coletadas, para a comparação dos valores de concentração obtidos com os valores de concentração estabelecidos pelas listas padrões apresentadas pelos órgãos ambientais (CETESB, 2001).

Caso alguma área seja classificada com contaminada (AC), haverá a necessidade da continuidade da investigação, partindo-se assim para a investigação detalhada.

A investigação detalhada tem como objetivo analisar a extensão da contaminação, da natureza dos contaminantes, sua toxicidade e carcinogenicidade; bem como dos efeitos possíveis às pessoas, meio ambiente e outros bens a proteger, identificados no entorno da área.

A metodologia utilizada na investigação detalhada é a mesma utilizada na investigação confirmatória, porém com objetivos diferentes. Enquanto na confirmatória o objetivo principal é confirmar a existência de uma contaminação, na detalhada o objetivo é quantificar a contaminação, isto é, avaliar detalhadamente as características da fonte de contaminação e dos meios afetados, determinando-se as dimensões das áreas ou dos volumes afetados, os tipos de contaminantes presentes e suas concentrações (CETESB, 2001).

A última etapa de investigação geoambiental consiste na avaliação de risco à saúde humana. O objetivo principal da avaliação é identificar e quantificar o risco à saúde humana, decorrentes de uma área contaminada, uma vez que a saúde humana e a segurança da população devem ser priorizadas, dentre os bens a proteger expostos, na avaliação de risco em uma área contaminada (CETESB, 2001).

A metodologia utilizada na avaliação de risco é baseada nos princípios de toxicologia humana e no reconhecimento das propriedades físico-químicas e comportamento ambiental dos contaminantes. Após a avaliação de risco faz-se um plano de remediação de áreas contaminadas (CETESB, 2001).

Esse escopo de gerenciamento de áreas contaminadas pode ser muito bem observado no caso 1, onde o terreno encontrava-se contaminado e passou pelo processo de avaliação preliminar, investigação confirmatória, detalhada, análise de risco e projeto de remediação, se tornando apta para construção, ou seja, mudança de uso e ocupação do solo.

Segundo o INEA (Instituto Estadual do Ambiente), o projeto de remediação da área consistiu basicamente na escavação do solo contaminado, que posteriormente foi destinado a uma Central de Tratamento.

O processo de escavação e destinação do solo contaminado para ser tratado *off site* (caso 1), é um dos processos de descontaminação de áreas com passivos ambientais bastante utilizado; porém, existem outras técnicas que podem ser utilizadas na região portuária, segundo a CETESB, 2011, algumas dessas são:



- **Fitorremediação** – a fitorremediação refere-se a utilização de plantas para a limpeza de contaminantes do solo, de águas subterrâneas, águas superficiais e ar. A técnica utiliza plantas verdes para a redução do risco ou remoção de contaminantes e limpa ambiente contaminados. Essa técnica é bastante eficaz para limpar contaminantes como: metais, pesticidas, explosivos e derivados de petróleo.
- **Lavagem de solo** – consiste na extração dos contaminantes do solo fazendo passar água ou uma solução aquosa adequada através de camadas contaminadas, mediante um processo de injeção ou infiltração. Os contaminantes são arrastados até o lençol freático e depois são bombeados.
- **Barreiras reativas** – consiste na passagem da água subterrânea contaminada através de uma barreira permeável instalada em subsuperfície transversalmente à ao sentido de escoamento interceptando a pluma. Essas barreiras podem ser implantadas de diversos tamanhos e formas e são projetadas com base e critérios hidrogeológicos específicos do sítio e nos contaminantes existentes na água subterrânea.
- **Oxidação química** – o tratamento químico dos solos é empregado para decompor, reduzir ou eliminar a toxicidade dos contaminantes presentes, pela mistura superficial ou injeção profunda de produtos químicos. A oxidação química utiliza compostos químicos oxidantes para destruir os contaminantes em solo e água subterrânea. Os oxidantes transformam compostos químicos perigosos em compostos menos nocivos, como água e dióxido de carbono, podendo destruir muitos tipos de compostos químicos como combustíveis, solventes e pesticidas.
- **Contenção** – essa técnica consiste basicamente em criar barreiras para evitar a liberação de poluentes, do solo para outros meios, como o ar, as águas superficiais e as águas subterrâneas; essas barreiras podem ser físicas ou hidráulicas.
- **Atenuação natural** – processo de atenuação que ocorrem naturalmente no solo, dentro do contexto de remediação e monitoramento adequadamente controlado, com o objetivo de redução das concentrações dos contaminantes, toxicidade, massa e/ou volume até níveis adequados de à proteção da saúde humana e ao meio ambiente, dentro de um período de

tempo razoável. A atenuação natural monitorada é uma tecnologia que tem sido usada como método de remediação em áreas com vazamentos de tanque de armazenamento subterrâneo.

- **Bombeamento e tratamento** – este método consiste em remover as águas contaminadas, por meio de poços de extração, para que ela seja tratada e recolocada. É um dos métodos mais antigos de remediação de águas contaminadas. Atualmente, estão utilizando o método de “Bioslurping” que consiste na combinação de duas técnicas conhecidas como: Extração de Vapor e Bioventilação.
- **Biorremediação** – a biorremediação “*on-site*” ou “*ex-situ*” ocorre quando o solo e/ou a água subterrânea são removidos e tratados em um sistema separado, respectivamente na própria área ou em uma instalação situada em outro local. O tratamento poderá ocorrer em montes, denominados Biopilhas, ou em reatores fechados, sendo mais comum o primeiro caso, pelo menor custo e maior facilidade e operação.

Acredito que com essas técnicas de remediação de *sites* e com a realização de todas as etapas de gerenciamento de áreas contaminadas, que compreende na realização de Avaliação Preliminar, Investigação Confirmatória, Investigação Detalhada, Avaliação de risco e plano de remediação, toda a região portuária se tornará apta para uso declarado (AR). Apesar da existência de contaminação não significa que o terreno está inviabilizado para outras utilidades, desde que, esses procedimentos sejam adotados para sua recuperação.

Esse esboço de plano de mitigação é algo a ser melhorado, porém, não pode ser esquecido, visto que a mudança de uso de solo da região portuária é algo bastante preocupante, pois, a ocupação de um local sem tratamento de seu passivo ambiental pode gerar problemas como: risco a saúde pública e aos ecossistemas, restrições ao desenvolvimento urbano, redução do valor imobiliário do terreno e desvalorização da área em seu entorno.

## 5. Considerações Finais:

Desde os primórdios, as zonas portuárias foram consideradas os principais pontos de crescimento para algumas cidades. Lá se desenvolviam todos os tipos de atividades, devido à proximidade com a maior possibilidade de escoamento da produção, o mar. Com o tempo, essas áreas, foram sendo densamente ocupadas, com atividades ligadas ao porto, indústria/comércio e armazenamento de mercadorias.

Tais atividades e as regiões portuárias cresceram de uma forma que o espaço urbano não pode comportar; os avanços das novas tecnologias, a tipologia das navegações, a movimentação de carga e estrutura físico-funcional, fizeram com que a área retroportuária necessitasse de uma região de apoio maior.

Logo, o não acompanhamento desses avanços tecnológicos e a falta de espaço físico para o crescimento e desenvolvimento dessas áreas, as tornaram obsoletas, fazendo com o que as atividades que ali se instalaram, fossem realocadas em novas áreas, com um maior espaço para poder desenvolver suas atividades, com uma maior infraestrutura e logística. Ficaram na paisagem urbana imóveis vazios e não somente isso, acabaram por deixar também, os passivos ambientais gerados por tais atividades.

A região portuária da cidade do Rio de Janeiro passou por esse processo de crescimento e desenvolvimento, chegando a se tornar um dos principais portos do Brasil, mas, também atingiu o patamar de área “ultrapassada”, deixando para trás edificações não utilizadas e também contaminações ambientais geradas por diversas atividades como: reparos navais, indústrias, armazenamento de mercadorias, entre outras.

Essas atividades geraram contaminações que podem persistir por um longo período do tempo, dependendo de sua concentração, característica físico-química do contaminante, tempo de vazamento do produto, geologia, pedologia, entre outros fatores. Alguns desses passivos, já sofreram o processo de lixiviação e não se encontram mais no meio, porém, outros não.

Essa poluição do solo e da água subterrânea gerada, puderam ser observadas nas análises dos 4 casos, apresentados no item 3 deste trabalho, através da conclusão dos dados obtidos em estudos de investigação ambiental. Essas análises junto com o histórico do porto nos deram base o suficiente para notar que a zona portuária é contaminada e requer um cuidado maior ao se tratar do reuso dela, como está previsto no projeto “Porto Maravilha”.

Portanto, conclui-se que a região portuária da cidade do Rio de Janeiro é contaminada devido às diversas atividades que já foram exercidas no local, tanto as passadas quanto as atuais, e que a mudança do uso do solo só seria possível mediante a um projeto de mitigação, como foi apresentado no capítulo 3, pois, sem um trabalho de gerenciamento de áreas contaminadas, o projeto “Porto Maravilha” não seria viável, porque, a ocupação de um local sem tratamento de seu passivo ambiental pode gerar problemas como: risco a saúde pública e aos ecossistemas, restrições ao desenvolvimento urbano, redução do valor imobiliário do terreno e desvalorização da área em seu entorno.

Diante disso, a incerteza trazida por esse tema nos remete à necessidade urgente de sua incorporação as políticas públicas de desenvolvimento urbano, assim como da criação de mecanismos para utilização dessas áreas de forma segura.

## 6. Referências Bibliográficas:

ABNT. **Passivo ambiental em solo e água subterrânea. Parte 1: Avaliação Preliminar.** NBR 15515-1. Rio de Janeiro, dezembro 2007, 47 p.

ABREU, M. **A Evolução Urbana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: Instituto Pereira Passos, 2013.

ALONSO, R. EGYDIO. R. **Estados Unidos e Canadá enfrentam problemas com contaminação de sedimentos em áreas portuárias.** Governo do Estado de São Paulo – Sistema ambiental paulista, 2002.

AZEVEDO, J. A. H. ARAÚJO, R. S. SILVA, G. M. M. **Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos Atmosféricos de Fontes Automotivas: Uma Breve Revisão.** Holos, Ano 29, Vol 1, 2013.

BAER, W. **A Economia Brasileira.** São Paulo: Nobel, 2009.

BECKER, B.K. e EGLER, C.A.G. **Brasil: Uma nova potência regional na economia – mundo.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

BUENO, E. e TAITELBAUM, P. **Vendendo Saúde: A História da Propaganda de Medicamentos no Brasil.** Brasil: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2008.

CDRJ. **Plano de desenvolvimento e zoneamento do Porto do Rio de Janeiro (PDZ, 2009).** Rio de Janeiro, setembro de 2009.

CEG Rio – Gás Natural Fenosa. **Informe Anual de 2013.**

CELINO, J.J E QUEIROZ, A.F.S. **Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos.** Editora UFPR, 2008. Salvador, 2008.

CETESB. **Guia Técnico Ambiental da indústria Têxtil.** CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2009.

CETESB. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes.** CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo, 2014.

CETESB. **Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas 1100.** CETESB-Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental. São Paulo, 2001.

COELHO, V. **Baía de Guanabara: Uma história de agressão ambiental.** Rio de Janeiro: Casa das Palavras, 2007.

CONAMA. **Resolução Conama nº420/2009.**

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. **Geomorfologia do Estado do Rio de Janeiro**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2001.

CRUZ, M.C.V. **O porto do Rio de Janeiro no século XIX: Uma realidade de muitas facetas**. Rio de Janeiro: 8 tempo, 1999.

DA ROCHA, G.O. *et al.* **Contaminação da Baía de Todos os Santos**. Revista Virtual de Química Vol 4 ed 5. Salvador, 2012.

GANEM, R. S. **Curtume: Aspectos Ambientais**. Brasília: Câmara dos Deputados, 2007.

HELLINGS, J. **London 2012 Olympic Park Enabling Works Project – Sustainable and Cost Effective Remediation**. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2013.

INEA. **Oficinas mecânicas e lava jatos: orientação para o controle ambiental**. 2º edição. Rio de Janeiro, 2014.

LAMERÃO, S. T. N. **Dos Trapiches ao Porto**. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal das Culturas, 2006.

LOBO, E.M.L. **História do Rio de Janeiro: do capital comercial ao capital industrial financeiro**. Rio de Janeiro: IBMEC, 1978.

MELLO, M. T. V. B. TURAZZI, M. I. **Um porto para o Rio – Imagens e Memórias de um Álbum Centenário**. Rio de Janeiro: Casa das Palavras, 2012.

MINISTÉRIO DA VIAÇÃO E OBRAS PÚBLICAS. **O porto do Rio de Janeiro**. Administração do porto do Rio de Janeiro, 1957.

SANCHÉZ, L.H. **Desengenharia: O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. São Paulo: Edusp, 2001.

SCHATZMAYR, H. G e CABRAL, M. C. **A Virologia no Estado do Rio de Janeiro: Uma Visão Geral**. Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 2012.

VILLAÇA, A.C. **Notas sobre as atividades portuárias e sua influência no espaço urbano**. IV Seminário de História da cidade do urbanismo, 1996.

## Sítios de internet:

**ABAS – Associação Brasileira de Águas subterrâneas.** Disponível em:  
<<http://www.abas.org>>. acessado em: Julho/Agosto.

**Arquivo Nacional da Cidade do Rio e Janeiro.** Disponível em:  
<<http://www.arquivonacional.gov.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>> -  
acessado em Junho.

**Biblioteca Nacional da Marinha.** Disponível em:  
<<https://www.mar.mil.br/dphdm/pesq/biblio.htm>> Acessado em Julho.

**Companhia Docas do Rio de Janeiro.** Disponível em:  
<<http://www.portosrio.gov.br>> acessado e em Junho.

**Diário Oficial.** Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOERJ>>  
acessado em Junho.

**FECOMBUSTIVEIS - Federação Nacional do Comércio de Combustíveis e de Lubrificantes.** Disponível em: <<http://www.fecombustiveis.org.br>> acessado em Agosto.

**FIOCRUZ –Fundação Oswaldo Cruz.** Disponível em:  
<<http://portal.fiocruz.br/>> - Acessado em Agosto.

**IBGE –Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.** Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br/home>> - acessado em Junho.

**IHGB – Disponível em: <Instituto Histórico Geográfico do Brasil.**  
<http://www.ihgb.org.br>> – acessado em Junho.

**INEA – Instituto Estadual do Ambiente.** Disponível em:  
<<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/index.htm>> - acessado em Junho.

**IPP – Instituto Pereira Passos.** Disponível em:  
<<http://www.rio.rj.gov.br/web/ipp>>- acessado em Maio.

**Museu Cartográfico do Serviço Geográfico do Exército.** Disponível em:<  
[http://www.museusdorio.com.br/joomla/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=56:museu-cartogr%C3%A1fico-do-servi%C3%A7o-geogr%C3%A1fico-do-ex%C3%A9rcito](http://www.museusdorio.com.br/joomla/index.php?option=com_k2&view=item&id=56:museu-cartogr%C3%A1fico-do-servi%C3%A7o-geogr%C3%A1fico-do-ex%C3%A9rcito)> – acessado em Maio.

**Operação Urbana e Consorciada da Região do Porto do Rio.** Disponível em:  
<<http://www.portomaravilha.com.br/conteudo/canalInvestidor/prospecto.pdf>>



**Porto de Barcelona – Acervo histórico.** Disponível em:  
<<http://www.portdebarcelona.cat/es/web/port-del-ciudada/archivo-historico>> -  
acessado em agosto.

**Porto Maravilha.** Disponível em: <<http://www.portomaravilha.com.br>> –  
acessado em maio.

**Shell Brasil** - Disponível em: <<http://www.shell.com/bra.html>> - acessado em  
Julho.

UNITED STATE ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, USEPA.  
Disponível em: <<http://www.epa.gov>> – acessado em Julho.

**Urban Systems.** Disponível em: <<http://www.urbansystems.com.br>> – acessado  
em Agosto.