

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

MARISA DE SOUTO MATOS FIERZ

**A fragilidade ambiental da área costeira de São Paulo frente à contaminação por lixo:
contribuição às possibilidades de (gestão) descontaminação e reuso.**

São Paulo

2022

Título

Versão Corrigida

Monografia apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de Especialista em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields.

Orientadora: MONICA M. STUERMER

São Paulo

2022

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

FIERZ, MARISA DE SOUTO MATOS
A fragilidade ambiental da área costeira de São Paulo frente à
contaminação por lixo: contribuição às possibilidades de (gestão) descontaminação e reuso / M.
D. S. M. FIERZ, M. M. STUERMER -- São Paulo, 2022.
56 p.
Monografia (MBA em Gestão de Áreas contaminadas e Revitalização de brownfields) - Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo.
Departamento de Engenharia Química.
1.Fragilidade Ambiental 2.Litoral 3.Contaminação Ambiental 4.Planejamento Ambiental
5.Recuperação do solo I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de
Engenharia Química II.t. III.STUERMER, MONICA MACHADO

Agradeço à minha família pelo apoio constante. Á minha filha pelas possibilidades de interação e aprendizados mútuos. Á minha orientadora Monica Stuermer pelas sugestões e correções. Ao curso de Gestão de áreas contaminadas, Revitalização Urbana sustentável e Revitalização de brownfields e aos professores pelos ensinamentos e aos alunos da turma de 2020 que são pessoas maravilhosas, desejo-lhes SUCESSO!

RESUMO

Fierz, Marisa de Souto Matos. **A fragilidade ambiental da área costeira de São Paulo frente à contaminação por lixo: contribuição às possibilidades de (gestão) descontaminação e reuso.** 2022 56 f. (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

O presente trabalho visa aprofundar e discutir sobre as fragilidades dos solos costeiros frente as contaminações por lixões. Muito embora os lixões tenham sido suspensos, restaram áreas importantes que foram contaminadas. No entanto, por ser uma área que foi muito explorada em tempos mais remotos, estão sendo recuperadas e com possibilidades de usos urbanos, ou mesmo para recuperação para uso em lazer. Tendo-se em vista que as áreas costeiras são muito importantes para a economia das cidades nelas localizadas, sobretudo porque envolvem áreas de transição de ambientes costeiro para marinho e muitas delas podem apresentar configuração geomorfológica favorável a portos de escoamento de produção nacional ou recebimento de produtos importados - via oceano. Com o intuito de conhecer como estão sendo recuperadas as áreas contaminadas por lixões em um ambiente ainda mais fragilizado pelas características genéticas dos seus solos, águas, relevo e paisagem, bem como pelos processos dinâmicos advindos do continente, do mar e da atmosfera pelo clima. Com um estudo de caso, procuramos analisar as possibilidades de melhor uso na gestão dessas áreas que um dia foram contaminadas por lixões e analisar a compartimentação geomorfológica e a capacidade de resiliência desse ambiente tão frágil. E ainda descrever os métodos e técnicas aplicados nestas áreas para a revitalização das mesmas.

Palavras Chave: Fragilidade. Área costeira. Contaminação. Recuperação de área Contaminada. Lixo. Planejamento ambiental.

ABSTRACT

Fierz, Marisa de Souto Matos. **A fragilidade ambiental da área costeira de São Paulo frente à contaminação por lixo: contribuição às possibilidades de (gestão) descontaminação e reuso.** 56 f 2022. (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

The present work aims to apprehend the fragilities of coastal soils in the face of contamination by dumps. Although the dumps were suspended, significant areas remained that were contaminated. However, because it is an area that has been heeded in more remote times, they are being recovered and with possibilities of urban uses, or even as a recovery intention for leisure use. *Considering that coastal areas are very important for the economy of coastal cities, mainly because they involve transition areas from coastal to marine environments and many of them may present geomorphological configuration favorable to ports of flow of national production or even for the receipt of products imported from other countries way the ocean. In order to know how areas contaminated by dumps are being recovered in an environment even more fragile by the genetic characteristics of their soils, water, relief and landscape, as well as by the dynamic processes coming from the continent, the sea and the atmosphere by the climate. With case studies, we tried to analyze the possibilities of better use in the management of these areas that were one day contaminated and analyze the geomorphological compartmentalization and the resilience of this fragile environment. Further describe the methods and techniques applied in these areas for their revitalization.

Keywords: Fragility. Coastal area. Contamination. Contaminated area recovery. Waste. Environmental Management.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1- Aspectos característicos de um lixão e seus impactos no meio Ambiente18
- Figura 2 – Foto de um lixão com poça de chorume20
- Figura 3 – Fluxograma da Metodologia de Gerenciamento de áreas Contaminadas23
- Figura 4 – Geologia da Baixada Santista26
- Figura 5 – Perfil Geológico no Estado de São Paulo27
- Figura 6 –Perfil Geológico no litoral de São Paulo, região de Itanhaém28
- Figura 7 – Perfil Interativo do padrão de sedimentação na planície de Santos28
- Figura 8- Gráfico da distribuição das áreas contaminadas cadastradas39
- Figura 9- Localização dos passivos ambientais e das áreas contaminadas na RMBS46
- Figura 10- Lixão do Sambaiaatuba em atividade e, após seu fechamento, o Parque Ambiental Sambaiaatuba, em uso50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características Gerais dos Sedimentos que ocorrem na Baixada Santista	29
Tabela 2 –Características dos solos de acordo com EMBRAPA SOLOS, 2018	31
Tabela 3 – Restrição para Instalação de Unidades de tratamento e destinação final de resíduos sólidos	34
Tabela 4 - Poluentes, suas origens e efeitos nocivos	35
Tabela 5 – Principais poluentes encontrados em lixões que contaminam o solo e a água e seus efeitos maléficos aos humanos e outros animais.....	36
Tabela 6 – Áreas contaminadas Cadastradas no Estado de São Paulo em 2020.....	38
Tabela 7-Áreas cadastradas – Classificação segundo Decreto 59.263/2013	40
Tabela 8 - Áreas contaminadas nos municípios da Baixada Santista.....	44
Tabela 9 - Passivos ambientais nos municípios da Baixada Santista, conforme Planos municipais de gerenciamento integrado de resíduos.....	45

Sumário

RESUMO	5
ABSTRACT	6
Sumário	9
1-INTRODUÇÃO	10
2-OBJETIVOS	10
3-JUSTIFICATIVA	11
4-METODOLOGIA	11
5-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA	13
5.1. GERENCIAMENTO COSTEIRO	15
5.2. OS LIXÕES E SEUS IMPACTOS	18
5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e BIÓTICAS DAS ÁREAS COSTEIRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO	25
5.4. PRINCIPAIS FONTES POLUIDORAS NO LITORAL DE SÃO PAULO	34
6. ANÁLISE DE UM CASO DE RECUPERAÇÃO DE UMA ÁREA CONTAMINADA POR LIXÃO	38
6.1. SOLUÇÕES PARA ÁREAS CONTAMINADAS NO LITORAL DE SÃO PAULO. APRESENTAÇÃO DE UM CASO RESOLVIDO	41
6.1.1. LIXÃO DE SAMBAIATUBA, SÃO VICENTE	46
7- CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

1-INTRODUÇÃO

O crescimento da ocupação humana sempre se deu a partir das áreas costeiras. As grandes navegações, a partir do século XV buscavam territórios a serem dominados, bem como explorados. Com isso, muitas cidades se iniciaram nas áreas costeiras. Desde então, o desenvolvimento das mesmas apresenta uma sequência característica, explorando-se os recursos iniciais para posterior incursão ao interior do continente em busca de novas riquezas. No entanto, esse abandono deixa para trás, impactos no meio. Esse padrão vem se repetindo até os dias atuais. Um dos maiores problemas ambientais da atualidade é a questão dos resíduos contaminantes bem como os resíduos sólidos em forma de lixo dentro dos municípios, em especial, os das áreas costeiras, que se destaca pela fragilidade ambiental.

As áreas costeiras do estado de São Paulo apresentam-se com solos arenosos muito frágeis e meio biótico vulnerável às mudanças repentinas, tanto por processos naturais, espontâneos quanto por processos de ordem antrópica.

Diante do exposto, destaca-se a elaboração do plano de zoneamento ecológico econômico (ZEE) da Baixada santista para um mais adequado gerenciamento das áreas costeiras.

São áreas que sofrem intervenções advindas do continente, como aumento do aporte de sedimentos ou quantidade de águas fluviais; advindas do mar, variações do nível do mar também influenciando no aporte sedimentar ou mesmo provocando erosão, também o clima atuando diretamente no ambiente costeiro e ainda a interferência humana que pode alterar toda a dinâmica natural da área costeira com obras de engenharia.

2-OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo mostrar a fragilidade ambiental da área costeira frente às contaminações por lixões e apresentar soluções encontradas em pelo menos um estudo de caso com vistas à gestão dessas áreas contaminadas e sua possível recuperação na região costeira de São Paulo,

3-JUSTIFICATIVA

A área costeira é bastante importante, não só do ponto de vista ambiental para preservação de reservas naturais, fauna e flora, mas, também, do econômico-social, pois representa em grande parte, áreas propícias ao turismo, lazer e ainda a manutenção de portos de importação e exportação de matérias primas e produtos manufaturados. A intensificação da exploração da área costeira, sobretudo para ocupação urbana, aumenta a preocupação com as contaminações, tendo em vista que a mesma apresenta solo frágil, arenoso, e ainda apresenta o nível hidrostático superficial. Além disso, sua fauna e flora são também vulneráveis a mudanças de qualquer instância, ou seja, por menor que seja essa mudança, pode provocar grandes consequências dadas as características ambientais frágeis do sistema costeiro. Assim sendo, destaca-se que se entende por área costeira que

Em termos ainda bastante genéricos, pode-se dizer que se trata de uma localização diferenciada que, em qualquer quadrante do globo, apresenta características naturais e de ocupação que lhe são próprias, circunscrevendo um monopólio espacial de certas atividades. Portanto, o recorte do “litoral”, justifica-se amplamente como uma mediação geográfica. A interface com o mar, sendo qualificado básico da posição analisada, propicia alguns usos quase que exclusivos do litoral. Para começar, tal proximidade torna os espaços litorâneos as bases terrestres imediatas de exploração de todos os recursos marinhos, dando-lhes ampla vantagem locacional na alocação das instalações dos equipamentos referentes a estas atividades. MORAES (2007).

4-METODOLOGIA

Com o intuito de mostrar o quanto a área costeira é frágil, realizou-se a análise bibliográfica da teoria correspondente aos aspectos que envolvem gestão de áreas contaminadas. Mostrar pelo menos um caso de recuperação e gestão de área contaminada por lixo no litoral. Por meio de pesquisa de estudos de caso, fazer uma descrição, tanto para descrever as

características físicas e analisar as fragilidades identificadas neste ambiente, como para identificar metodologias voltadas à recuperação das áreas contaminadas por lixões. Dentre as metodologias abordadas, dissertar sobre os materiais que sustentam o relevo costeiro tais como tipo de solo, drenagem, vegetação que formam a paisagem natural da área costeira. Paisagem essa que tem sido tão transformada ao longo da história da ocupação humana na área costeira.

5-FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E METODOLÓGICA

A Teoria Geral dos Sistemas, elaborada pelo biólogo Bertalanffy em 1956, apresenta a comparação da dinâmica do meio natural em forma de sistemas, comparando o meio ambiente a um organismo vivo, subdivido em sistemas, assim como no nosso corpo humano temos os sistemas digestivo, circulatório, linfático, entre outros, a Terra também possui os seus sistemas, as drenagens, o relevo, os solos, as rochas.

Neste sentido, destacam-se as interferências advindas do interior da Terra, bem como as interferências do exterior terrestre que chamamos de processos endógenos e processo exógenos. Os endógenos atuam, sobretudo, na formação das rochas, soerguendo o relevo, efetuando as tectônicas. Os exógenos atuando na enculturação dessas rochas e transformando o relevo por meio da denudação e da sedimentação, com destaque para a atuação climática que varia ao longo da crosta interferindo de forma diversa em cada sistema de acordo com a localização na superfície.

Estes aspectos da crosta terrestre ajudam a entender melhor a distribuição dos fenômenos e com isso o melhor entendimento das fragilidades ambientais

Alguns conceitos devem ser destacados, tais como Fragilidade Ambiental, Poluição, lixões, contaminação, entre outros

Entende-se por fragilidade a tendência de o relevo ser alterado de seu estado de equilíbrio dinâmico com facilidade, seja naturalmente seja por decorrência de fatores artificiais como os antrópicos. A fragilidade ambiental representa o limiar (*threshold*) entre o equilíbrio dinâmico e o não-equilíbrio (THORN & WELFORD, 1994) nos ambientes não antropizados. FIERZ, (2008)

No âmbito da composição dos materiais que sustentam o relevo, Hack (1965) apud Fierz, 2008 enfatiza que, em relação à estrutura e resistência dos materiais que compõem a paisagem, a fragilidade ambiental estaria muito mais relacionada às respostas dos subsistemas por meio das medidas de resistências dos materiais aos *inputs* de energia.

Desta forma, levantam-se questionamentos em relação aos processos de contaminação: A área costeira, frente a poluição, é mais suscetível a contaminação por causa da composição dos materiais que a forma?

Para responder essas perguntas é importante, também, conceituar a poluição e a contaminação, tendo-se em vista que esses conceitos vão aparecer com frequência no presente trabalho

O termo contaminação deriva do latim *contaminatio* e diz respeito à ação e ao efeito de contaminar. Este verbo, por sua vez, é usado para fazer referência à alteração nociva da pureza ou das condições normais de uma coisa ou de um meio por agentes químicos ou físicos. A contaminação, nada mais é do que a presença, em um ambiente, de seres patogênicos ou substâncias em concentração nociva ao ser humano; no entanto, se não resultar em uma alteração das relações ecológicas, a **contaminação** não é uma forma de poluição.

De acordo com a CETESB, 2021, 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. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como por exemplo no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções.

Ainda, para CETESB, 2021, poluição é qualquer interferência danosa nos processos de transmissão de energia em um ecossistema. Pode ser também definida como um conjunto de fatores limitantes de interesse especial para a humanidade, constituídos de substâncias nocivas (poluentes) que, uma vez introduzidas no ambiente, podem ser efetiva ou potencialmente prejudiciais às pessoas ou ao uso que ele fez de seu habitat.

A preocupação com as questões ambientais em ambientes de costa garantiu destaque na reunião da ONU para o meio ambiente ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, onde se elaborou Agenda 21, documento composto de diretrizes e metas com a finalidade de promover o desenvolvimento em bases sustentáveis para o planeta no século XXI (Vasconcelos, 2005). Especificamente, o capítulo 17 dessa Agenda considera a importância da zona costeira,

destacando a pressão populacional que os ambientes de costa sofrem. Isto redundará em um processo acelerado de degradação e erosão em muitos lugares do mundo.

5.1. GERENCIAMENTO COSTEIRO

Nesse contexto se insere a GIZC: Guide Methodologique d'Aide à La Gestion Intégrée de Zones Cotières de 1997 e Des Utiles et des Hommes pour um Gestion Intégrée de Zones Cotières de 2002, que incentivaram amplamente o estudo sistemático do litoral e a importância de se estabelecer um diálogo entre os diversos atores que o compõe para atingir o desenvolvimento durável desses ambientes, integrando governos, sociedade, comunidades nativas e investidores, interesses públicos e privados para, conjuntamente, analisar e decidir sobre o uso, ocupação, investimentos, preservação e conservação da zona costeira (Vasconcelos, 2005), sendo fundamental a participação da comunidade científica que desempenha papel importante de informar e fornecer elementos necessários ao conhecimento dessas regiões.

A Constituição Federal (1988) art. 225, no parágrafo 4º define a zona costeira como “patrimônio nacional” e especifica que “sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais”.

“O Estado de São Paulo, em consonância com o arcabouço regulatório que busca dar consequência à definição constitucional da zona costeira, instituiu o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do Estado de São Paulo, por meio da Lei Estadual nº 10.019/1998. Essa lei delimita a zona costeira, estabelece os instrumentos para uma gestão compartilhada e lança as bases para um processo de organização territorial que concilie os meios tradicionais de uso dos recursos naturais, as dinâmicas econômicas do modelo atual de produção e a manutenção dos ecossistemas e da paisagem natural... O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) é uma ferramenta de ordenamento territorial que estabelece medidas e padrões de proteção ambiental destinados a assegurar a qualidade ambiental, o

desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população. Trata-se de uma normativa que deve ser seguida, obrigatoriamente, na implantação de planos, obras e atividades públicas e privadas em determinado território.” ZEE Baixada Santista, 2013

A partir das legislações adequadas, o ordenamento territorial, ambiental e social se torna mais adequado a cada tipo de sociedade e visa a melhor interação sociedade meio ambiente, desenvolvimento econômico. Essas leis ajudam a nortear as atividades humanas procurando dirimir os impactos causados pelos inadequados usos dos recursos naturais.

Além dos instrumentos previstos na Lei Federal nº 6.938/1981, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente, e daqueles estabelecidos pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro II, aprovados pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar, deve ser observado o Decreto Federal nº 5.300/2004, que indica os seguintes instrumentos de planejamento ambiental para as áreas costeiras no Brasil:

- Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC): conjunto de diretrizes gerais aplicáveis nas diferentes esferas de governo e escalas de atuação, orientando a implementação de políticas, planos e programas voltados ao desenvolvimento sustentável da zona costeira;
- Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF-ZC): planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes na zona costeira, buscando responsabilidades compartilhadas de atuação;
- Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC): implementa a Política Estadual de Gerenciamento Costeiro e define responsabilidades e procedimentos institucionais para a sua execução, tendo como base o PNGC;
- Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC): implementa a Política Municipal de Gerenciamento Costeiro, define responsabilidades e procedimentos institucionais para a sua execução, tendo como base o PNGC e o PEGC e deve observar, ainda, os demais planos de uso e ocupação territorial ou outros instrumentos de planejamento municipal;

- Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO): componente do Sistema Nacional de Informações sobre Meio Ambiente (SINIMA) que integra informações georreferenciadas sobre a zona costeira;
- Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA): estrutura operacional de coleta contínua de dados e informações para o acompanhamento da dinâmica de uso e ocupação da zona costeira e avaliação das metas de qualidade socioambiental;
- Relatório de Qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC): consolida, periodicamente, os resultados produzidos pelo monitoramento ambiental e avalia a eficiência e eficácia das ações da gestão;
- Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro (ZEEC): orienta o processo de ordenamento territorial, sendo necessário para a obtenção das condições de sustentabilidade do desenvolvimento da zona costeira, em consonância com as diretrizes do Zoneamento Ecológico-Econômico do território nacional, como

Um dos principais impactos da sociedade moderna é o descarte de resíduos sólidos e orgânicos os quais podem conter produtos químicos que causam poluição e degradação dos solos e das águas. Uma das formas mais impactantes de descarte dos resíduos é em forma de lixões, os quais mesmo proibidos, deixaram marcas difíceis de se apagar.

5.2. OS LIXÕES E SEUS IMPACTOS

Os lixões são áreas abertas que recebem qualquer tipo de resíduo sólido ou orgânico, sem nenhum planejamento. Não há nenhum tipo de preocupação com meio ambiente por causa da poluição do solo ou das águas subterrâneas, seja por parte da população que o produz ou do setor público que se encarrega de fazer a coleta e descarte. A figura 1 a seguir apresenta um lixão de forma esquemática e seus impactos.

Figura 1- Aspectos característicos de um lixão e seus impactos no meio Ambiente



Fonte: Eu Ambientalista: Recuperação De Áreas Degradadas Pela Disposição De “Lixões”

O lixo (também chamado de resíduo) é considerado um dos maiores problemas ambientais da nossa sociedade. A população e o consumo per capita crescem e, junto com eles, a quantidade de resíduos produzidos. Na maioria das vezes, o lixo não é descartado de maneira correta e pode resultar em diversos problemas para o meio ambiente, como contaminação da água, do solo e até mesmo do ar. Um dos maiores problemas é o consumo de energia e materiais que são usados para fazer embalagens e produtos que depois descartamos. Essa energia e esses materiais geralmente vêm de recursos não renováveis,

como petróleo e minerais. Quando descartamos o que consideramos lixo, estamos, na verdade, jogando fora os recursos naturais. AMBISCIENSE, 2021

A decomposição da matéria orgânica proveniente dos materiais que são descartados diretamente no solo. Essa decomposição forma um líquido fétido e contaminado com diversas substâncias químicas, é o chamado de chorume, o mesmo infiltra no solo contaminando-o e contaminando também as águas subterrâneas e até mesmo o lençol freático. Este tipo de impacto no ambiente é ainda maior quando ocorre na área costeira. Adicionado a isso, gera problemas sociais pela escassez de água potável e pela busca da população por sobrevivência com a coleta de materiais descartados em lixões.

De acordo com documento da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), de 2015, 33% dos solos do mundo estão degradados, apresentando entre os principais danos: erosão, salinização, compactação, acidificação e contaminação. Somente a erosão elimina 25 a 40 bilhões de toneladas de solo por ano. Na América Latina, este percentual é de 50%. O Brasil, de acordo com dados de 2012, do Ministério do Meio Ambiente, apresenta 140 milhões de hectares de áreas degradadas, o equivalente a duas França. São muitas as atividades responsáveis por esta condição, entre elas disposição de resíduos sólidos de forma inadequada. <https://drz.com.br>, dez 2021

Apesar de estarem proibidos, os lixões ainda podem ocorrer de forma clandestina, sobretudo nas áreas mais empobrecidas das cidades. As periferias urbanas são os locais onde mais ocorrem esses chamados lixões clandestinos, pois não há fiscalização eficiente e suficiente para que o problema não ocorra.

No entanto, a Carta Magna prevê em seu art. 24, que é de competência concorrente da União, dos Estados e Municípios, para legislar sobre o meio ambiente, visando sua proteção e combatendo a poluição. No art. 225 da mesma Carta, estabelece-se que todos têm direito a um meio ambiente equilibrado, cabendo ao Poder Público e a coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para a presentes e futuras gerações. No parágrafo 3º do mesmo artigo, lê-se que

as condutas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, as sanções penais e administrativas, além da obrigação de reparar o dano.

Na figura 2 é possível observar uma área de lixão, onde o lixo disposto diretamente no solo gera o chorume, acumulados em poças que posteriormente infiltram no solo e contaminam as águas subterrâneas e o lençol freático. Na área costeira o nível hidrostático fica mais à superfície e, portanto, rapidamente contaminado.

Figura 2 – Foto de um lixão com poça de chorume



Fonte: www.aplustopper.com

Em 2010 foi elaborada a “A Lei nº 12.305/2010, na qual o Decreto nº 7.404/2010 e a Lei nº 9.605/98 preveem sanções como multa e prisão para os gestores municipais que descumprirem a lei. A elaboração desta lei apoia-se na legislação anterior.

Ainda, a Lei nº 9.605/98 trata dos crimes ambientais, onde o art. 54 traz o seguinte:

“Art. 54. Causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danos à saúde humana, ou que

provoquem a mortandade de animais ou a destruição significativa da flora - Pena: reclusão, de um ano a quatro anos, e multa.

§ 2º Se o crime:

V - Ocorrer por lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos - Pena: reclusão, de um a cinco anos”.

Tendo em vista a criação desta Lei nº 12.305/2010, observa-se que, as contaminações que causaram mudanças na composição e estruturação dos solos, bem como na qualidade das águas, levarão muito tempo para que o ambiente se renove e se recupere. Enquanto isso, o ser humano tenta readequar as áreas classificando-as em cadastros que seguem ordenamentos de investigações, remediações e reutilizações dessas áreas. Mas então, como se dá o gerenciamento, a recuperação de áreas que já foram contaminadas?

5.2.1. GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

As áreas cadastradas como áreas contaminadas recebem diferentes denominações, conforme estabelecido no artigo 8º do Decreto 59.263/2013, descritas a seguir:

Área Contaminada sob Investigação (ACI): área onde foram constatadas por meio de investigação confirmatória concentrações de contaminantes que colocam, ou podem colocar, em risco 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 águas subterrâneas, existência de risco à saúde ou à 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 contenção e/ou isolamento;

Área Contaminada em Processo de Reutilização (ACRu): área contaminada onde se pretende estabelecer um novo uso do solo, com a eliminação, ou a redução a níveis aceitáveis, dos riscos aos bens a proteger, decorrentes da contaminação.

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 da manutenção das concentrações em níveis aceitáveis;

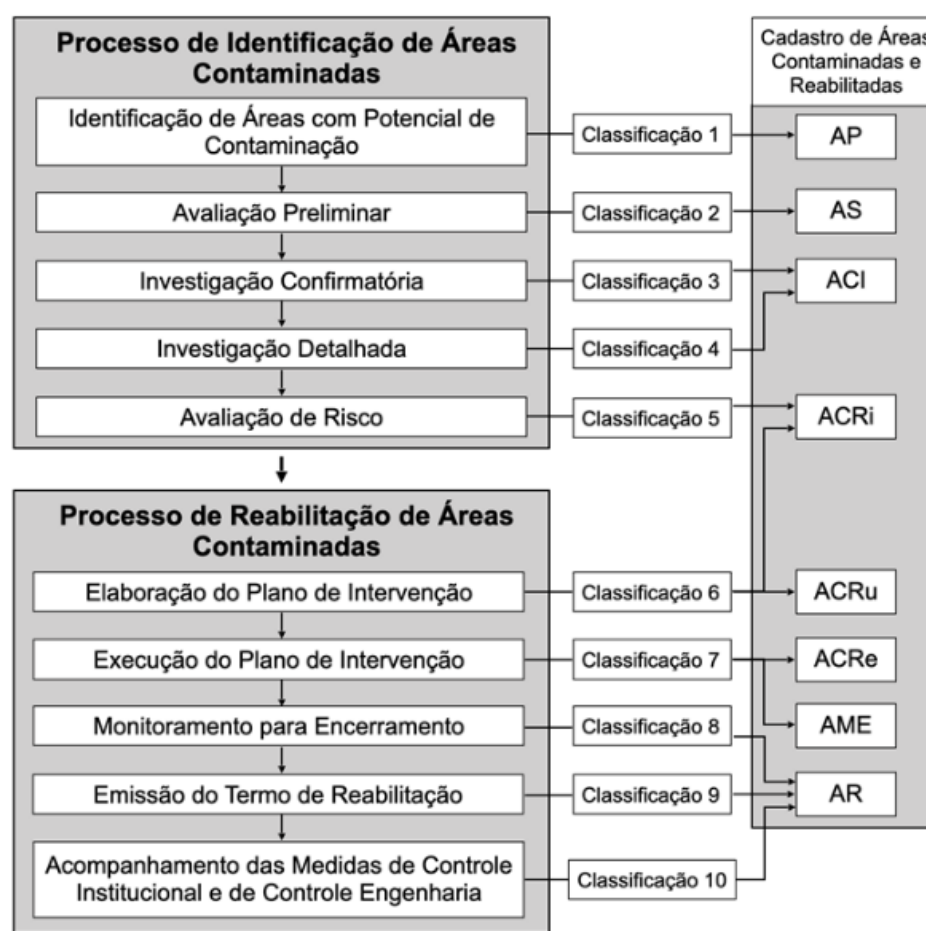
Área Reabilitada para o Uso Declarado (AR): área, terreno, local, instalação, edificação ou benfeitoria anteriormente contaminada que, depois de submetida às medidas de intervenção, ainda que não tenha sido totalmente eliminada a massa de contaminação, tem restabelecido o nível de risco aceitável à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger;

Área Contaminada Crítica: são áreas contaminadas que, em função dos danos ou riscos, geram risco iminente à vida ou saúde humana, inquietação na população ou conflitos entre os atores envolvidos, exigindo imediata intervenção pelo responsável ou pelo poder público, com necessária execução diferenciada quanto à intervenção, comunicação de risco e gestão da informação;

A Metodologia de Gerenciamento de Áreas Contaminadas é composta de dois processos: o Processo de Identificação de Áreas Contaminadas e o Processo de Reabilitação de Áreas Contaminadas.

A figura 3 a seguir, de acordo com CETESB,2022, mostra esquematicamente a Metodologia de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Figura 3 – Fluxograma da Metodologia de Gerenciamento de áreas Contaminadas



Fonte:CETESB, 2022

Ainda conforme CETESB (2020), caso a avaliação confirmatória demonstre contaminação do solo, das águas subterrâneas ou de outros bens a proteger, o cronograma executivo apresentado deverá contemplar, também, o prazo para apresentação das seguintes informações, em conformidade com as etapas do gerenciamento de áreas contaminadas, a saber:

Investigação detalhada;

Avaliação de risco à saúde humana;

Proposição e implementação de medidas de intervenção na área, conforme estabelecido no “Procedimento para Gerenciamento de Áreas Contaminadas”, acima citado, complementares ou não às ações de intervenção estabelecidas no projeto de encerramento citadas no item anterior. Exemplo de intervenções adicionais: contenção das plumas em fase dissolvida na água subterrânea e de gases no solo, implementação de medidas de controle institucionais e de engenharia visando proteger receptores externos.

Observação

Os estudos (investigação detalhada e avaliação de risco) devem ser conduzidos em paralelo ao detalhamento e implantação do projeto de encerramento e recuperação do antigo lixão, medida essencial para o condicionamento da fonte de contaminação. Caso seja constatada contaminação do solo, das águas ou de outros bens a proteger, poderão ser solicitadas medidas adicionais para adequação e encerramento do antigo lixão. As propostas e ações previstas, inclusive a permanência dos resíduos no local, deverão considerar as eventuais restrições legais incidentes na área objeto do projeto de encerramento e recuperação do antigo lixão. CETESB, 2020

Diferentes fatores e componentes físicos do ambiente devem ser considerados na classificação das áreas contaminadas. São fatores que interferem na fragilidade ambiental desses ambientes costeiros e que influenciam ainda mais na contaminação do solo e das águas. Dentre esses componentes, podemos citar, os solos, as rochas, os rios, os níveis hidrostáticos, o relevo e o clima. Desta forma, buscou-se analisar as características físicas dos ambientes costeiros, suas fragilidades e vulnerabilidades com o intuito de comparar as suas diferenças e semelhanças com os outros ambientes de que forma podem ser afetados pelos contaminantes presentes nos lixões.

5.3. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS e BIÓTICAS DAS ÁREAS COSTEIRAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Neste excerto, apresentam-se de forma resumida as principais características físicas e bióticas na área costeira do Estado de São Paulo. Juntamente com essas descrições propõe-se uma avaliação da fragilidade ambiental correspondente aos fatores físicos e bióticos ambientais da área.

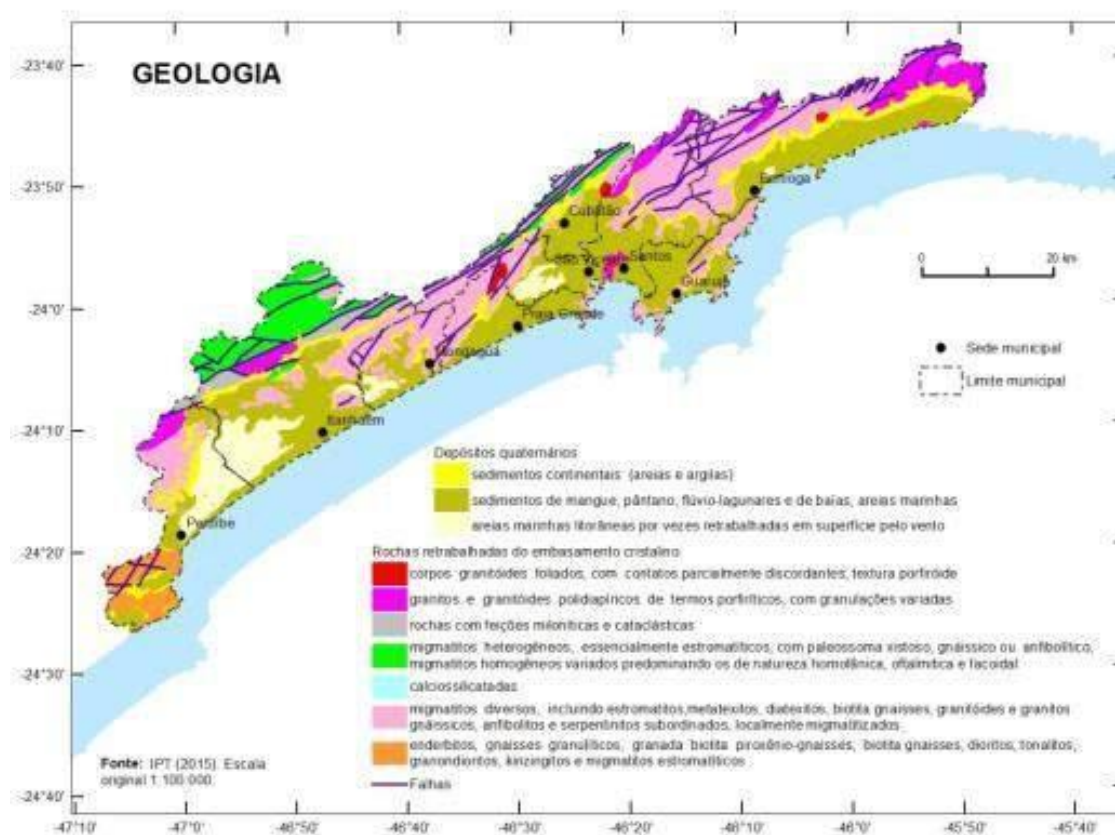
A Fragilidade ambiental está pautada na identificação do limiar entre o estado de equilíbrio dinâmico do estado natural e o desequilíbrio deste estado natural em um meio ambiente. Desta forma, a área costeira é considerada mais frágil que outras regiões por apresentar um equilíbrio muito sutil, no qual qualquer alteração que ocorra a sua volta pode acarretar grandes mudanças. Essa fragilidade está presente em todos os aspectos ambientais, relevo, no clima, no tipo de solo, sendo que além da possibilidade de contaminação há ainda, a susceptibilidade a inundações.

Os solos na área costeira paulista são bastante característicos, geralmente se trata de solos rasos quando em áreas mais rochosas da serra do mar, que em geral, possui solos em formação ou a ausência deles nos paredões e costões rochosos; os depósitos de talus ou colúvio na transição entre serra e planície, os solos arenosos nas planícies costeiras e ainda os solos lodosos nas áreas dos manguezais, com presença dominante de matéria orgânica.

Os solos do litoral são, em geral, arenosos, destacando a classificação brasileira de solos, predominantemente Espodossolos, Neossolos, os Gleissolos AGEM, 2018

As características da geologia são muito peculiares, pois a formação da área costeira é testemunho de diversos processos tectônicos e erosivos ao longo dos milhões de anos. Para tanto é imprescindível o entendimento da sua origem e formação geológica e geomorfológica para posteriormente entender a dinâmica dos solos. Destaca-se primeiramente, o embasamento cristalino formado por rochas mais antigas do pré-cambriano cerca de 650 a 550 Ma, compostas por rochas ígneas e metamórficas de alto grau, Granitos, Migmatitos, gnaisses. As rochas sedimentares, formadas a cerca de 120 milhões de anos também estão presentes na área costeira, sobretudo os arenitos. Essas características geológicas podem ser observadas espacialmente no mapa geológico da baixada Santista da figura 4 a seguir:

Figura 4 – Geologia da Baixada Santista

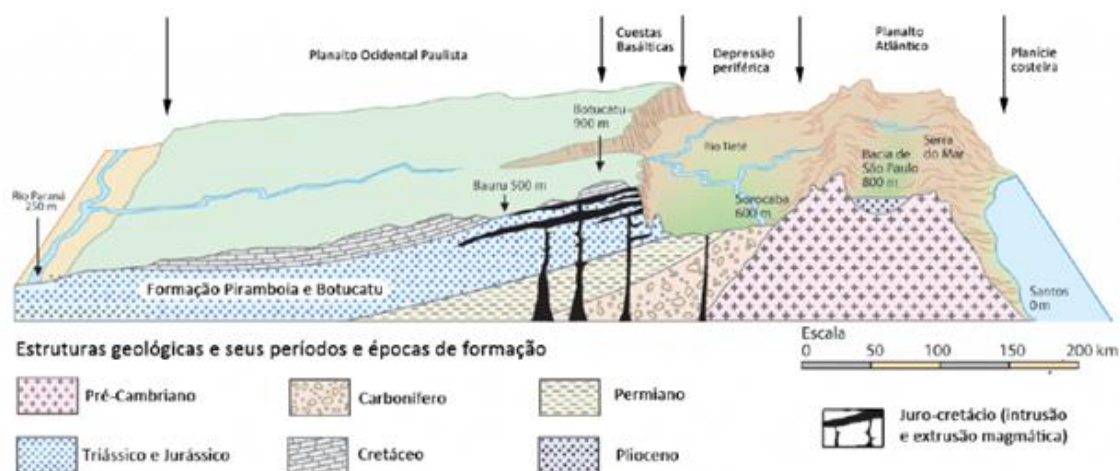


Fonte: AGEM, 2018

A Geomorfologia da área costeira pode ser caracterizada por grandes compartimentos, representados pela serra do mar, planícies costeiras, planícies fluviais, planícies fluvio-marinhas, praia. A Serra do Mar, formada a 70 a 2 milhões de anos pode ser compartimentada em escarpa, vertentes íngremes, vales profundos e elevadas declividades, sendo por vezes compostas por paredões rochosos.

Almeida & Carneiro (1998) concluíram que a Serra do Mar surgiu inicialmente na área da plataforma continental por efeito do soerguimento do bloco continental da Falha de Santos e do abatimento oriental. A posição atual da Serra do Mar, que não apresenta evidências de ter sido resultado de importantes falhamentos neotectônicos ocorridos em seu sítio atual, é decorrente da erosão regressiva. O perfil geológico do estado de São Paulo, pode ser observado na figura 5 a seguir:

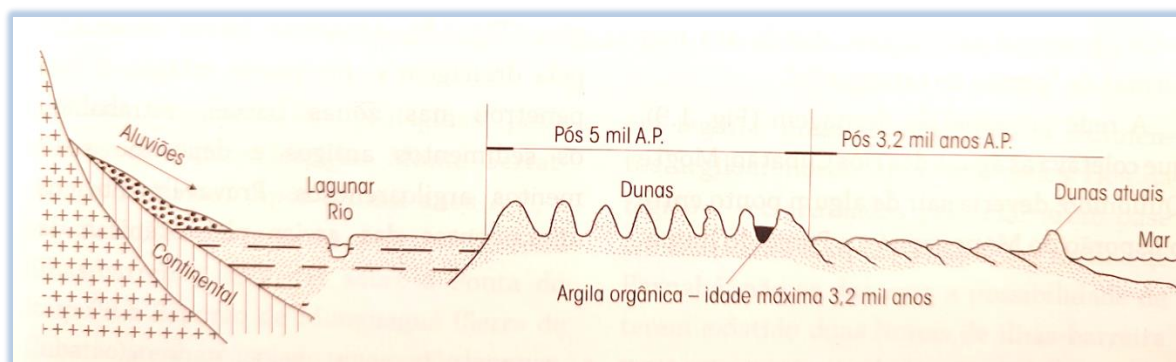
Figura 5 – Perfil Geológico no Estado de São Paulo



Fonte: Alta Montanha, 2021

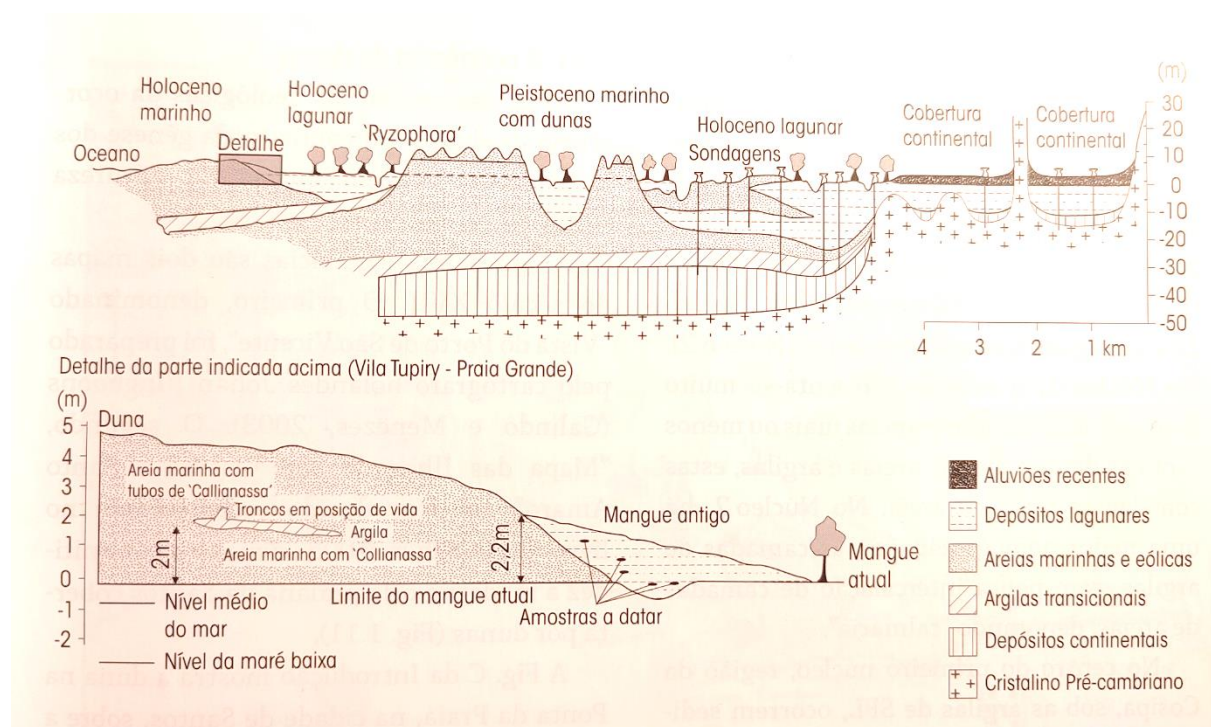
Depósitos arenosos litorâneos, caracterizados por cordões regressivos e com altitudes de até 3m (região de Cananeia) ou 4,5 m (região de Santos) no nível atual da maré alta, estendem-se por grandes áreas da província costeira. Os baixos terraços marinhos, encontram-se em nítida discordância com os sedimentos dos terraços mais elevados, associados a Formação Cananéia, segundo Suguio e Martin (1978 a). Pode-se observar, na figura 6, o perfil geológico do litoral da região de Itanhaém e, na figura 07, o perfil interativo da região de Santos.

Figura 6 – Perfil Geológico no litoral de São Paulo, região de Itanhaém



Fonte: SUGUIO e Martin (1978 c)

Figura 7 – Perfil Interativo do padrão de sedimentação na planície de Santos



Fonte: Fonte: SUGUIO e Martin (1978 c)

Massad (2009) observa que a sedimentação na Baixada Santista ocorreu em dois ambientes diferentes: em águas fluviomarinhas turbulentas, diante dos rios mais importantes da região e em águas tranquilas de baías. Há setores onde o subsolo apresenta-se muito heterogêneo, com alternativas mais ou menos caóticas de camadas de areias e argilas, estas com lentes finas

de areia. Outras áreas mais próximas a Santos e Ilha de Santo Amaro há uma maior homogeneidade nas camadas de argilas, com pouca intercalação de camadas de areais, denotando “calmaria”.

Dentre as características mais gerais dos tipos de materiais que ocorrem na Baixada Santista, as areias e argilas estão entre as principais, conforme se observa na tabela 1, onde as descrições, por Massad, 2009 das características gerais desses materiais podem ser analisadas.

Tabela 1 – Características Gerais dos Sedimentos que ocorrem na Baixada Santista

PLEISTOCENO	Sedimentos	Características Gerais
	Areias	Terraços alcados de 6 a 7 m acima do N.M. amareladas na superfície e marrom-escuras a pretas, em profundidade
	Argilas transicionais (Ais)	Ocorrem a 20-35 m de profundidade as vezes 15 m, ou até menos. Argilas médias a rijas com folhas vegetais carbonizadas (Teixeira, 1960 a) e com nódulos de areia quase pura quando argilosas ou bolotas de argila, quando arenosos (Petri e Suguio, 1973)
HOLOCENO	Areias	Terraços de 4 a 5 m acima do N.M. Não se apresentam impregnados por matéria orgânica. Revelam a ação de dunas
	Argilas de SFL	Deposição em água calmas de lagunas de bias. Camadas mais ou menos homogêneas e uniformes de argilas muito moles a moles (regiões de “calmaria”). Deposição pelo retrabalhamento dos sedimentos pleistocênicos ou sob a influência dos rios. Acentuada heterogeneidade, disposição mais ou menos caótica de argilas muito moles a moles 9 regiões “conturbadas”)
	Argilas de mangues	Sedimentadas sobre os SFL alternâncias de forma caótica, de argilas arenosos e areais argilosas.

Fonte: MASSAD, 2009

Já Ab'Saber (1965), reconheceu a existência de dois conjuntos de depósitos na baixada santista, um elevado (6 a 7 m de altitude) e outro mais baixo (2,5 a 3,5 m de altitude), associando o primeiro à fase do máximo da Transgressão Santos e o segundo, a sua fase regressiva.

Os solos começaram a ter relevância nos estudos de áreas contaminadas a pouco tempo. Algo muito incoerente, sobretudo porque qualquer contaminação que ocorra nas águas subterrâneas passa pelos solos e pode certamente contaminá-los, boa parte da poluição fica retida no mesmo.

Os solos do litoral apresentam características diferenciadas dos solos do interior do continente, pois a constituição daqueles é em grande parte de areias inconsolidadas que variam de acordo com os compartimentos geomorfológicos.

Os solos litorâneos classificados como Espodossolos por toda a planície, com exceção das áreas de praia, mangue e rampas de colúvios, localizadas no sopé da Serra do Mar.

Nas áreas de praia, os solos são classificados como Neossolos Quartzarênicos; nas áreas dos mangues e planícies fluviais, como Gleyssolos e/ou Oganossolos; já nas áreas próximas com a Serra do Mar, como Latossolos, em que predominam os sedimentos continentais.

A importância dos solos para a seleção de áreas está relacionada às suas propriedades de permeabilidade, condutividade hidráulica, expansividade e colapsividade, escavabilidade e trafegabilidade, qualidade e quantidade paramaterial de cobertura, resistência ante corte e aterro, resistência pós- compactação, compressibilidade como material de recobrimento, entre outros. A determinação correta dessas propriedades e de características como espessura, distribuição, perfis de materiais inconsolidados, homogeneidade, pH, capacidade de troca catiônica, entre outras, só podem ser obtidas por estudos específicos e avaliação local apropriada. AGEM, 2018

De acordo com o mapeamento realizado pelo IAC (2017), Embrapa (1999), na enseada de Peruíbe-Baixada Santista, bem como na região da enseada da Fortaleza, predomina a presença dos Espodossolos ao longo da planície costeira, Neossolos Quartzarênicos nas áreas de praias e dunas; já nas planícies intertidais, bem como nas fluviais, aparecem solos do tipo Gleyssolos, e nas áreas da Serra do Mar predominam solos do tipo Cambissolos. Desta forma, procuramos dispor as características de cada tipo de solo correspondente ao compartimento do relevo, conforme disposto na tabela 2 a seguir:

Tabela 2 –Características dos solos de acordo com EMBRAPA SOLOS, 2018

SOLOS	CARACTERISITCAS	LOCALIZAÇÃO/RELEVO (COMPARTIMENTO)
ESPODOSSOLO	Espodossolos são solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico imediatamente abaixo de horizonte E, A ou horizonte hístico dentro de 200 cm a partir da superfície do solo ou de 400 cm se a soma dos horizontes A+E ou dos horizontes hístico (com menos de 40 cm) + E ultrapassar 200 cm de profundidade.	Planície costeira
NEOSSOLOS QUARTZARENICOS	Neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura, não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico. Horizontes glei, plântico, vértico e A chernozêmico, quando presentes, não ocorrem em condição diagnóstica para as classes Gleissolos, Plintossolos, Vertissolos e Chernossolos, respectivamente	Praias e dunas
GLEYSOLOS	Gleissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte glei iniciando-se dentro dos primeiros 50 cm a partir da superfície do solo, ou a profundidade maior que 50 cm e menor ou igual a 150 cm desde que imediatamente abaixo de horizonte A ou E ou de horizonte hístico com espessura insuficiente para definir a classe dos Organossolos. Não apresentam horizonte vértico em posição diagnóstica para Vertissolos ou textura exclusivamente areia ou areia franca em todos os horizontes até a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico ou lítico fragmentário. Horizonte plânico, horizonte plântico, horizonte concrecionário ou horizonte litoplântico, se presentes, devem estar à profundidade maior que 200 cm a partir da superfície do solo.	Planícies intertidais
CAMBISSOLOS	Cambissolos são solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial (exceto hístico com 40 cm ou mais de espessura) ou horizonte A chernozêmico quando o B incipiente apresentar argila de atividade alta e saturação por bases alta. Plintita e/ou petroplintita, horizonte glei ou horizonte vértico, se presentes, não satisfazem os requisitos para Plintossolos, Gleissolos ou Vertissolos, respectivamente.	Serra do mar e morros

Fonte: EMBRAPA SOLOS, 2018

Uma das formas de melhor caracterizar a fragilidade ambiental é por meio da compartimentação o relevo. Os compartimentos geomorfológicos são a melhor maneira de mapear para diferenciar as características de relevo, rochas, solos, vegetação e mostrar as diferenças da fragilidade local. Como exemplo, apresenta-se, a seguir, de forma resumida, a compartimentação geomorfológica realizada pela prefeitura de São Vicente, como uma classificação considerada por nós, adequada para tal objetivo.

- **Zona do litoral arenoso ou zona da praia:** composta por solo arenoso e instável desprovido de vegetação devido à ação das vagas¹ ;
- **Zona de dunas exteriores:** contígua à zona da praia, também composta por solo arenoso e instável. Apresenta vegetação fixadora dos substratos² , adaptada à elevada salinidade local e atenuadora dos efeitos dos ventos;
- **Zona de restinga ou de dunas interiores:** sequência da zona de dunas exteriores é igualmente composta por solo arenoso pouco estável, diminuindo a influência marinha conforme segue para o interior do ambiente, apresentando condições específicas de salinidade, drenagem e fertilidade, bem como a presença de lençol freático. Suas formas vegetais apresentam graduação segundo fatores do solo, passando a exibir porte arbustivo/arbóreo e adaptação ao substrato arenoso enxuto, adquirindo maior porte conforme avança para o interior em direção à serra;
- **Zona de manguezal ou vegetação do litoral limoso:** ecossistema complexo e dinâmico das orlas oceânicas tropicais e sob intensa influência das marés e dos rios. É composto por um solo lodoso e

1 10 Vagas: cada uma das compridas elevações da superfície de oceano ou mar, que se propagam em sucessão umas às outras, produzidas, em geral, pela ação do vento (Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.11 a)

2 Substrato: Biol. Qualquer objeto, ou material, sobre o qual um organismo cresce, ou ao qual está fixado: substância, ou estrato, subjacente a esse organismo. (Novo Dicionário Eletrônico Aurélio versão 5.11a)

encharcado por águas salobras, onde as reentrâncias e recortes litorâneos favorecem a formação de enseadas, baías e praias calmas de grande valor cênico. Nas zonas estuarinas, os manguezais estendem-se ao longo dos cursos d'água desde as desembocaduras (foz dos rios) até onde se faz sentir o fluxo das marés. Porém, as mesmas condições que favorecem a riqueza do ambiente também implicam a sua vulnerabilidade, visto que os mesmos padrões naturais que retêm sedimentos e nutrientes, também retêm lixo e poluentes que acabam depositando ao longo do estuário com prejuízos sobre todo o ambiente regional. Sua fauna é igualmente complexa e adaptada às variações de salinidade, sendo composta por larvas de caranguejos, camarões, peixes, crustáceos, moluscos, répteis, anfíbios, insetos, aves e mamíferos. A importância do manguezal é salientada por inúmeras publicações técnicas e científicas que enfocam a relevância desse ecossistema na produtividade do complexo estuarino, na fixação dos sedimentos costeiros, no abrigo e sustento de variada fauna, entre outros aspectos;

- **Zona de mata atlântica ou da vegetação de escarpa da serra do mar:** composta por solo rochoso e regolito, o tipo de vegetação dominante é a floresta pluvial tropical atlântica, condicionada pelas constantes chuvas, ante os altos índices pluviométricos da região, sem apresentar estação seca ao longo do ano.

Fonte: www.saovicente.sp.gov.br, acessado em dez2021

Em adição ao que foi apresentado com relação a compartimentação do relevo, de acordo com AGEM, 2018, espessura do material inconsolidado, a escavabilidade em função do tipo de material, bem como a sua permeabilidade e condutividade hidráulica, influenciam na viabilidade técnica-econômica da área para tratamento e destinação ambientalmente adequada de resíduos sólidos, bem como na velocidade de infiltração e risco à contaminação pelo material percolado, no caso de aterros sanitários. A classificação das unidades litológicas e litoestratigráficas foi feita com base no mapeamento geológico apresentado por IPT (2015).

As classes de restrição foram instituídas de acordo com o comportamento geotécnico variado e característico dos processos geoambientais que se desenvolvem nos tipos de rocha encontrados na RMBS. São informações em escala regional, que devem ser mais bem detalhadas em escala local. A partir dessa informação, a restrição quanto à litologia regional foi classificada em baixa, média e alta, conforme mostra a tabela 3:

Tabela 3 – Restrição para Instalação de Unidades de tratamento e destinação final de resíduos sólidos

Critério	Restrição para a instalação de unidades de tratamento e destinação final		
	Baixa	Média	Alta
Geologia	Rochas retrabalhadas do embasamento cristalino, de texturas homogêneas e heterogêneas, feições estruturais e tectônicas complexas e variadas, podendo apresentar localmente condições geotécnicas que necessitam estudos mais detalhados e medidas de contenção para reduzir as possibilidades a processos de movimentos gravitacionais de massa.	Depósitos quaternários: Depósitos atuais e subatuais, de origem continental incluindo sedimentos e leques coluvionares e aluvionares, diferenciados em escala local, necessitando verificações locais posteriores de estabilidade de corpos coluvionares de tálus e de possibilidade de contaminação em planícies e terraços fluviais.	Depósitos quaternários: Areias Marinhas, Sedimentos de Pântano Flúvio Lagunares e de Baía, devido tanto a aspectos legais pautados na distância das drenagens naturais, quanto a problemas decorrentes de contaminação potencial dos lençóis subterrâneos e de superfície. Os Sedimentos de mangue possuem uma dinâmica de processos extremamente instável, que dependem de uma grande complexidade de fatores para a Manutenção de sua condição estável.

Em relação à biota, a Baixada Santista encontra-se inserida no bioma Mata Atlântica, com vegetação remanescente, pela presença de Unidades de Conservação (UC) que constituem espaços territoriais e marinhos detentores de atributos naturais ou culturais de especial relevância para a conservação, preservação e uso sustentável de seus recursos, desempenhando um papel altamente significativo para a manutenção da diversidade biológica. (In: [download.php \(saovicante.sp.gov.br\)](http://download.php(saovicante.sp.gov.br)))

5.4. PRINCIPAIS FONTES POLUIDORAS NO LITORAL DE SÃO PAULO

Quando o assunto é contaminação torna-se importante o levantamento dos principais poluentes advindos da decomposição dos resíduos sólidos e orgânicos encontrados nos lixões. A seguir, a tabela 4 mostra alguns poluentes, os materiais que os originam e os efeitos que causam aos seres vivos.

Tabela 4 - Poluentes, suas origens e efeitos nocivos

Poluentes	Origem	Efeitos
Acidez	Solos originalmente ácidos ou alterados pelas chuvas ácidas ou outra forma de poluição	Aumenta a solubilidade de metais e inviabiliza a vida no solo para animais e vegetais
Microorganismos	Contaminação por esgoto humano ou animal	Pode conter bactérias patogênicas ao homem e animais
Nitratos e fosfatos	Uso de adubos minerais, lodo de esgoto, esterco e estábulos	Tóxicos (nitritos) cancerígenos para o homem. Vegetais florescem menos. Alteram o ciclo do N ₂ . Eutrofização da água
Metais	Normalmente presentes nos solos (alumínio, cádmio) ou advindos do lodo de esgoto e resíduos industriais. Pesticidas (mercúrio), em tintas (cádmio), na gasolina (chumbo)	Tóxicos para o homem. O chumbo acumula-se nos ossos. O mercúrio ataca o sistema nervoso.
Sais (salito negro)	Evaporação da água de irrigação. Extrusão da água do mar	Depósitos salinos são tóxicos para muitas plantas
Gases de aterro	Locais de disposição de lixo	Metano é altamente explosivo e o CO ₂ é asfixiante. No solo podem restringir o crescimento das plantas

Fonte: Manual global de Ecologia, 2001

A origem das áreas contaminadas está relacionada ao desconhecimento, em épocas passadas, de procedimentos seguros para o manejo de substâncias perigosas, ao desrespeito a esses procedimentos seguros e à ocorrência de acidentes ou vazamentos durante o desenvolvimento dos processos produtivos, de transporte ou de armazenamento de matérias primas e produtos. A existência de uma área contaminada pode gerar problemas como danos à saúde humana, comprometimento da qualidade dos recursos hídricos, restrições ao uso do solo e danos ao patrimônio público e privado, com a desvalorização das propriedades, além de danos ao meio ambiente. SIGRH, 2020

Os principais poluentes são aquelas substâncias que deixam o solo, a água e o ar nocivos por prejudicar a saúde das pessoas. Os danos se estendem aos animais, a flora e também acarretam danos materiais. Na tabela 5 a seguir, é possível observar os principais poluentes no solo e da água.

Tabela 5 – Principais poluentes encontrados em lixões que contaminam o solo e a água e seus efeitos maléficos aos humanos e outros animais

Fonte poluidora	Produto químico	Efeitos
inseticidas	DDT, BHC	câncer, danos ao fígado, embriões e ovos de aves
solventes, produtos farmacêuticos	benzina	dor de cabeça, náusea, perda da coordenação de músculos, leucemia
plásticos	cloro, vinil	câncer de fígado e de pulmão; atinge o sistema nervoso central
herbicidas, incineração de lixo	dioxin	câncer, defeitos congênitos, doenças de pele
componentes eletrônicos, fluidos hidráulicos, luzes fluorescentes	PCBS (dioxinas furanos)	danos à pele e ao sistema gastrointestinal, possíveis carcinógenos
tintas, gasolinas	chumbo	dor de cabeça, irritabilidade, perturbações mentais em crianças; danos ao fígado, rins e ao sistema neurológico
processamento de zinco e fertilizantes, baterias	cádmio	câncer em animais, danos ao fígado e aos rins

Manual Global de Ecologia, 2001

Fonte: Manual global de Ecologia, 2001

A poluição é um fato inerente a presença humana, entretanto, essa poluição pode ser mais ou menos intensa respondendo ao caráter de consciência e reconhecimento da importância do meio à sua volta. O conhecimento da legislação ambiental já pode auxiliar essa empatia. Assim sendo, as principais fontes de poluição da área costeira são os resíduos domésticos, podendo haver os industriais.

O surgimento das áreas contaminadas é o resultado de processos socioeconômicos não ambientalmente sustentáveis e do decorrente uso e ocupação do solo sem observância aos parâmetros de proteção ambiental. GÜNTHER (2006).

“O perigo de contaminação dos corpos d’água pelo material lixiviado nos sedimentos costeiros, em particular próximos às drenagens, e nos sedimentos marinhos, está associado à distânciado lençol freático e às porosidades e permeabilidades primárias. Essas características podem apresentar situações de comportamento fracamente vulnerável à infiltração e contaminação do aquífero” ...” Os fatores climáticos (pluviometria, incidência solar, umidade do ar e intensidade e direção

predominante dos ventos), assim como a evaporação e evapotranspiração podem influenciar no processo de geração do lixiviado, no caso de aterros sanitários e na quantidade de gases produzidos, no caso de usinas de tratamento térmico. Áreas geográficas com altas taxas de precipitação, alta umidade do ar e baixa incidência solar estão mais sujeitas a geração de lixiviados do que áreas áridas ou semiáridas, por exemplo. Deve-se destacar que um estudo na faixa costeira do município de Santos indicou que o nível relativo do mar tem aumentado em taxas diferentes. AGEM, 2018

Esses poluentes não são diferentes dos poluentes das áreas não litorâneas, mas podem se apresentar ainda mais nocivos, não só pelo caráter mais frágil do ambiente costeiro, mas devido aos aspectos da salinidade e umidade intensa que só o ambiente costeiro apresenta. Mas para mostrar que isso é possível, a recuperação e gestão de áreas contaminadas por lixões na área costeira, procurou-se por alguma área que já tivesse sido utilizada como lixão.

6. ANALISE DE UM CASO DE RECUPERAÇÃO DE UMA ÁREA CONTAMINADA POR LIXÃO

Tendo em vista a existência contaminação de áreas costeiras por lixões e de casos de contaminação no litoral que foram solucionados ou amenizados, buscou-se, neste capítulo, apresentar soluções que possam ser seguidas para futuras gestões de áreas contaminadas por lixões na área costeira.

Para tanto, procurou-se exemplificar um caso de recuperação de área que foi contaminada por lixão na área costeira. Assim sendo, utilizamos como exemplo um caso de uma área de lixão que foi recuperada e transformada em parque municipal.

Algumas informações foram obtidas junto à CETESB, órgão responsável por monitoramento das áreas contaminadas do Estado de São Paulo. A tabela 6, a seguir, mostra a quantidade de áreas contaminadas cadastradas em São Paulo, em 2020, onde se colocou em destaque o litoral, parte de interesse desse estudo, que somam 407 no total, sendo que, dessas, 31 são de resíduos que podem incluir os lixões.

Tabela 6 – Áreas contaminadas Cadastradas no Estado de São Paulo em 2020

Áreas Cadastradas no Estado de São Paulo - dezembro de 2020						
Região	Atividade					
	Comercia l	Industria l	Resíduo s	Postos de combustíveis	Acidentes/ Desconhecida /Agricultura	Total
São Paulo	153	497	59	1.674	15	2.398
RMSP - outros	61	340	39	689	14	1.143
Interior	99	341	73	1.650	22	2.185
Litoral	33	50	31	289	4	407
Vale do Paraíba	6	66	6	221	2	301
Tota l	352	1.294	208	4.523	57	6.434

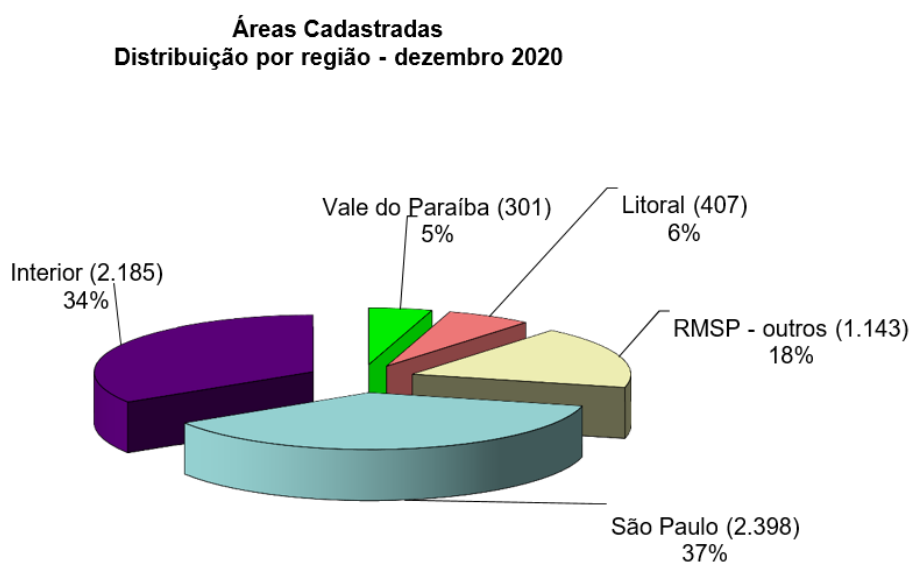
Fonte: CETESB, 2020

Desde junho de 2009 encontra-se em vigor no Estado de São Paulo a Lei 13.577, que dispõe sobre as diretrizes e procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas no Estado de São Paulo.

O Decreto 59.263, de 05/06/2013, regulamentou essa Lei e estabeleceu a obrigatoriedade de atualização contínua do Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo; determinou as condições para a aplicação dos procedimentos para o gerenciamento de áreas contaminadas, enfatizando as ações relativas ao Processo de Identificação e de Reabilitação, a priorização das áreas mais importantes considerando a saúde humana e meio ambiente, a criação de instrumentos econômicos para financiar a investigação e remediação, além de apoiar as futuras iniciativas para a revitalização de regiões industriais e comerciais desativadas ou abandonadas. CETESB, 2021

Na figura 8, observa-se no gráfico que o litoral apresenta 6% do total de casos conhecidos no Estado de São Paulo. Isso significa que possui forte influência em de contaminação no Estado.

Figura 8- Gráfico da distribuição das áreas contaminadas cadastradas



Fonte: CETESB, 2020

Conforme Cetesb, 2020, a tabela 7, a seguir mostra a distribuição das áreas cadastradas, com suas diferentes classificações, conforme o Decreto 59.263/2013, nas Unidades de

Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI do Estado de São Paulo, destacando-se as UGRHIs 6 (Alto Tietê) e 5 (Piracicaba/Capivari/Jundiaí).

Tabela 7-Áreas cadastradas – Classificação segundo Decreto 59.263/2013

UGRHI	Áreas Cadastradas - Classificação segundo Decreto 59.263/2013						
	Reabilitada para uso declarado (AR)	Em processo de monitoramento para encerramento (AME)	Contaminada em processo de reutilização (ACRu)	Em processo de remediação (ACRe)	Contaminada com risco confirmado (ACRi)	Contaminada sob investigação (ACI)	Total de áreas cadastradas
1 Mantiqueira	0	8	0	3	1	2	14
2 Paraíba do Sul	27	73	1	112	50	39	302
3 Litoral Norte	21	26	0	13	3	2	65
4 Pardo	37	50	3	11	5	4	110
5 Piracicaba/Capivari/Jundiaí	229	196	17	173	130	142	887
6 Alto Tietê	1.209	645	248	729	414	271	3.516
7 Baixada Santista	105	40	3	98	18	18	282
8 Sapucaí/Grande	12	33	1	14	5	4	69
9 Mogi Guaçu	25	47	2	39	24	14	151
10 Sorocaba/Médio Tietê	20	36	4	48	44	43	195
11 Ribeira de Iguape/Litoral Sul	9	6	1	33	17	9	75
12 Baixo Pardo/Grande	9	22	1	9	2	6	49
13 Tietê/Jacaré	33	35	0	26	11	12	117
14 Alto Paranapanema	17	41	2	42	12	20	134
15 Turvo/Grande	79	43	0	27	12	7	168
16 Tietê/Batalha	25	20	0	13	9	6	73
17 Médio Paranapanema	13	6	0	9	2	6	36
18 São José dos Dourados	10	10	0	4	1	4	29
19 Baixo Tietê	10	24	1	20	12	10	77
20 Aguapeí	4	3	1	16	2	2	28
21 Peixe	6	1	0	11	4	8	30
22 Pontal do Paranapanema	2	4	0	13	2	6	27
<i>Total</i>	1.902	1.369	285	1.463	780	635	6.434

Fonte: CETESB, 2020

6.1. SOLUÇÕES PARA ÁREAS CONTAMINADAS NO LITORAL DE SÃO PAULO. APRESENTAÇÃO DE UM CASO RESOLVIDO

Com o intuito de fundamentar as gestões de áreas contaminadas, analisou-se um estudo de caso, como exemplo para servir de modelo para gestões de outras áreas contaminadas e para mostrar que é possível a reabilitação de áreas que foram contaminadas no litoral. Mesmo os solos sendo mais frágeis do que no interior do continente, é possível a sua utilização.

Diante de tantos obstáculos com relação a descontaminação de áreas contaminadas sobretudo por lixões, surgem questões que merecem ser dirimidas tais como: quais são os principais procedimentos para recuperação de áreas contaminadas?

De acordo com o Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e IBAM, SEDU e Governo Federal brasileiro, uma forma mais simples e econômica de se recuperar uma área degradada por um lixão, baseia-se nos seguintes procedimentos:

- ✓ Conhecer com a precisão possível, a extensão da área que recebeu lixo;
- ✓ Delimitar a área no campo, cercando-a completamente;
- ✓ Efetuar sondagens a trado para definir a espessura da camada de lixo ao longo da área degradada;
- ✓ Remover o lixo com espessura menor que um metro, espalhando-o sobre a zona mais espessa;
- ✓ Conformer os taludes laterais com a declividade de 1:3 (V:H);
- ✓ Conformer o platô superior com declividade mínima de 2%, na direção das bordas;
- ✓ Proceder à cobertura da pilha de lixo exposto com uma camada mínima de 50cm de argila, inclusive nos taludes laterais;
- ✓ Recuperar a área escavada com solo natural da região;
- ✓ Executar valetas retangulares de pé de talude, escavadas no solo, ao longo de todo o perímetro da pilha de lixo;
- ✓ Executar um ou mais poços de reunião para acumulação do chorume coletado pelas valetas;
- ✓ Construir poços verticais para drenagem de gás;
- ✓ Espalhar uma camada de solo vegetal, com 60 cm de espessura, sobre a camada de argila;

- ✓ Promover o plantio de espécies nativas de raízes curtas, preferencialmente gramíneas;
 - ✓ Aproveitar três furos da sondagem realizada e implantar poços de monitoramento.
- Sendo um a montante do lixão recuperado e dois a jusante.

Para onde são destinados os resíduos sólidos da baixada santista? Ficam por lá mesmo. Seria inviável carregar toda a quantidade de lixo produzido na área para o interior do continente. Na tabela a seguir é possível observar a discriminação dos passivos ambientais e as ações aplicadas a cada um deles. Nota-se que existem lixões em Itanhaém, Cubatão, Praia Grande e São Vicente. São passivos ambientais que estão sofrendo algum tipo ação por meio do gerenciamento municipal.

Ainda de acordo com Manual Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos e IBAM, SEDU e Governo Federal brasileiro, que recomendações são necessárias realizar após a execução dos procedimentos iniciais?

Porém, a recuperação do lixão não se encerra com a execução dessas obras. O chorume acumulado nos poços de reunião deve ser recirculado para dentro da massa de lixo periodicamente. Isso pode ser realizado através do uso de aspersores (similares aos utilizados para irrigar gramados) ou de leitos de infiltração. Os poços de gás devem ser vistoriados periodicamente, acendendo-se aqueles que foram apagados pelo vento ou pelas chuvas. A qualidade da água subterrânea deve ser controlada através dos poços de monitoramento implantados. Tão importante quanto as subterrâneas, também devem ser realizadas o monitoramento das águas superficiais dos corpos hídricos próximos.

Para quais fins pode-se utilizar as áreas em processo de recuperação?

Conforme está explícito no manual supracitado, é interessante a utilização dessas áreas em recuperação para a construção de aterros sanitários. Isso porque, há dificuldades de se encontrar locais adequados para a implantação de aterros sanitários. Nesse caso, a sequência de procedimentos se modificará a partir do sétimo passo, assumindo a seguinte configuração:

- Proceder à cobertura da pilha de lixo exposto com uma camada mínima de 50cm de argila de boa qualidade. Isso deverá ser realizada nos taludes laterais, com exceção do talude lateral que será usado como futura frente de trabalho;

- Preparar a área escavada para receber mais lixo. Procedendo à sua impermeabilização com argila de boa qualidade (e >50cm) e executando drenos subterrâneos para a coleta de chorume;
- Executar valetas retangulares de pé de talude, escavadas no solo, ao longo da pilha de lixo. A exceção é com o lado que será usado como futura frente de trabalho;
- Executar um ou mais poços de reunião para acumulação do chorume coletado pelas valetas;
- Construir poços verticais para drenagem de gás;
- Passar a operar o lixão recuperado como aterro sanitário;
- Implantar poços de monitoramento, sendo um a montante do lixão recuperado e dois a jusante da futura área operacional.

A tabela 8 a seguir, mostra que a grande maioria das áreas contaminadas nos municípios da Baixada Santista é por postos de combustível. No entanto, existem áreas contaminadas pela disposição de resíduos sólidos, ou lixo.

Tabela 8 - Áreas contaminadas nos municípios da Baixada Santista

Município	ACRi	AME	ACRe	ACI	AR
Bertioga	-	-	4 postos de combustível; 1 Indústria	1 Posto de combustível	-
Cubatão	-	-	6 Postos de combustível; 3 comércios; 11 indústrias; 3 destinações de resíduos	1 Posto de combustível	-
Guarujá	6 postos de combustível	8 postos de combustível	6 postos de combustível; 1 comércio; 2 indústrias	1 Posto de combustível	5 postos de combustível
Itanhaém	3 postos de combustível; 1 destinação de resíduos	1 posto de combustível; 2 destinação de resíduos	4 postos de combustível; 1 destinação de resíduos	-	-
Mongaguá		1 posto de combustível	2 postos de combustível	1 posto de combustível	-
Peruíbe	3 postos de combustível	2 postos de combustível	1 posto de combustível	1 posto de combustível	-
Praia Grande	9 postos de combustível; 1 destinação de Resíduos	6 posto de combustível; 1 destinação de resíduos	5 postos de combustível	3 postos de combustível; 1 indústria; 1 destinação de resíduos	2 postos de combustível
Santos	11 postos de combustível; 2 Indústrias; 6 Comércios	5 postos de combustível; 5 comércios; 1 indústria	18 postos de combustível; 6 comércios; 1 destinação de resíduos	12 postos de combustível; 1 destinação de resíduos; 2 comércios	10 postos de combustível; 1 comércio; 2 Indústrias; 1 destinação de resíduos
São Vicente	1 posto de combustível; 1 comércio; 1 Indústria	1 posto de combustível; Indústria	6 postos de combustível; 1 indústria; 4 destinação de resíduos	2 postos de combustível; 1 indústria	3 postos de combustível; 1 destinação de resíduos

Classificação: ACRi - Área contaminada com risco confirmado. AME - Área em processo de monitoramento para encerramento. ACRe - Área em processo de remediação. ACI - Área contaminada sob investigação. AR - reabilitada para o uso declarado

Fonte: AGEM, 2018

Para melhor ilustrar a possibilidade de recuperação de áreas de antigos lixões na área costeira, procurou-se ilustrar com dados existentes desses passivos e as alternativas para utilização da mesma após recuperadas. Na tabela 9 é possível observar os principais passivos ambientais

na Baixada Santista, dentre os quais está o lixão do Sambaiaatuba, área recuperada de lixão que foi escolhida como o exemplo de caso a ser analisado neste estudo.

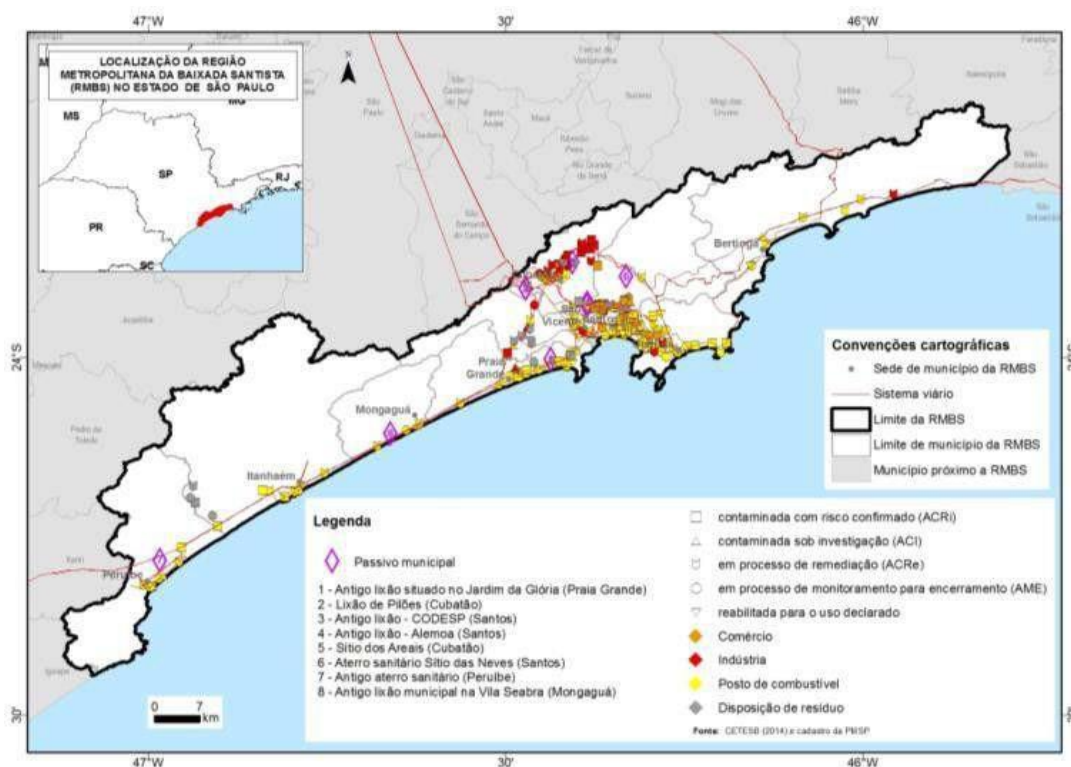
Tabela 9 - Passivos ambientais nos municípios da Baixada Santista, conforme Planos municipais de gerenciamento integrado de resíduos.

Município	Passivo ambiental	Ação
Bertioga	Antigo vazadour omunicipal	Utilização da área como unidade de transbordo para os resíduos sólidos.
	Transpetro	Realização de estudos de investigação confirmatória, extração multifásica, extração de vapores do solo, tratamento e monitoramento.
Cubatão	Sítio dos Areais	Revegetação da área e manutenção das três lagoas de tratamento de chorume que eram utilizadas à época da operação do aterro.
	Lixão de Pilões	Realização de estudos de investigação e algumas remediação.
Itanhaém	Lixão do Vergara	Recuperação ambiental da área.
Mongaguá	Antigo lixão municipal, localizado na Vila Seabra	Utilização da área como unidade de transbordo para os resíduos sólidos.
Praia Grande	Antigo lixão situado no Jardim Glória	Recuperação, cercamento e monitoramento da área.
	Área da Fundação Profundir	Realização de estudos de investigação confirmatória e posterior monitoramento.
Peruíbe	Antigo aterro sanitário	Realização de estudos .
Santos	Aterro Controlad oMunicipal da Alemoa	Cercamento da área cercada com estação de transbordo de resíduos sólidos funcionando em área anexa.
São Vicente	Lixão do Sambaiaatuba	Recuperação da área contaminada, a qual foi transformada no Parque Ambiental Sambaiaatuba.
	Depósitos de Resíduos da Rhodia	Sinalização, cercamento, instalação de sistema de vigilância e monitoramento de águas subterrâneas.
	Depósito de resíduos da Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp)	Recuperação da área e estudo para instalação do novo terminal da Codesp.

Fonte: AGEM, 2018

Na figura 9 a seguir, observa-se a localização e distribuição espacial dos principais passivos ambientais da Baixada Santista, bem como a localização do antigo lixão do Sambaiaatuba e atual parque municipal de Sambaiaatuba.

Figura 9- Localização dos passivos ambientais e das áreas contaminadas na RMBS



Fonte: [Companhia de Desenvolvimento de São Vicente \(codesavi.com.br\)](http://codesavi.com.br).

6.1.1. LIXÃO DE SAMBAIATUBA, SÃO VICENTE

O lixão do Sambaiatuba (Vazadouro do Sambaiatuba), criado na década de 1970, operou por mais de 30 anos, recebendo resíduos de diferentes fontes. Por tratar-se de área de manguezal a existência do vazadouro agravava ainda mais os problemas ambientais, devido à importância desse ecossistema e à proximidade com o lençol freático. Localizava-se em uma área de 47.268,22 m² ou 4,7 hectares, com um perímetro de aproximadamente 1.125 metros e altura de 17 metros.

Na década de 1990, o lixão do Sambaiatuba era visto de longe como uma montanha de lixo. Além disso, ao se passar pela via secundária que dá acesso à rodovia dos Imigrantes, na altura do bairro Jockey Clube já se sentia um odor muito forte e característico de resíduos orgânicos em decomposição. Prefeitura de São Vicente, 2015.

Uma das primeiras ações realizadas para o fechamento do lixão foi a retirada das famílias de moravam na região, que foram encaminhadas para centros sociais, enquanto os antigos catadores de recicláveis e outros materiais foram inseridos em programa social específico de coleta seletiva. No antigo lixão, foi criada, provisoriamente uma estação de transbordo para envio dos resíduos para o Aterro Sanitário Lara, no Município de Mauá, Estado de São Paulo. A massa de lixo existente foi conformada de maneira a evitar escorregamentos da mesma. Os resíduos sólidos foram recobertos e, por fim, o fechamento se deu com lançamento de resíduo inerte de construção civil e areia. Foram instalados drenos de captação de gases, espaçados em aproximadamente 40 metros. A área de mangue do entorno está sendo recuperada. (In: [Companhia de Desenvolvimento de São Vicente \(codesavi.com.br\)](http://codesavi.com.br)).

De acordo com a CETESB, 2020, os projetos de encerramento e recuperação das áreas contaminadas por lixões devem seguir um roteiro mínimo conforme a legislação vigente.

Segue abaixo o roteiro do projeto de encerramento e recuperação do antigo lixão O projeto de encerramento e recuperação do antigo lixão deverá contemplar, no mínimo:

1. Levantamento topográfico, investigação geológica, geotécnica e hidrogeológica;
2. Representação em planta planialtimétrica, em escala não inferior a 1:2.000, do uso do solo, das águas subterrâneas e das águas superficiais num raio mínimo de 200 m;
3. Reconformação geométrica do maciço e proposição de cobertura final; Sistema de drenagem, acumulação e tratamento de líquidos percolados; Sistema de drenagem de águas pluviais; Sistema de drenagem de gases;
4. Plano de monitoramento geotécnico, de gases e das águas superficiais e subterrâneas na região do aterro;
5. Cobertura Vegetal;
6. Isolamento físico e visual da área do aterro;
7. Uso futuro da área incluindo, preferencialmente, proposta de legislação que imponha restrições ao uso do solo nas áreas diretamente afetadas;
8. Cronograma de execução;
9. Relatório de Investigação confirmatória, realizada de acordo com o Termo de Referência constante no Anexo.

Seguindo as normas destacadas acima sobre recuperação das áreas contaminada por lixão, conforme destaca a CODESAVI, 2021, para que as mudanças estruturais e a recuperação

ambiental do local fossem estabelecidas alterando definitivamente o aspecto e a funcionalidade do extinto vazadouro, foram implementadas pela CODESAVI as seguintes ações e processos técnicos para fechamento do lixão e instalação dos equipamentos:

-Destinação final dos resíduos sólidos

No antigo lixão foi criada provisoriamente uma estação de transbordo. O lixo coletado na cidade, ao chegar fica à disposição para ser reciclado por 2 a 3 horas, quando são carregados em carretas para o Aterro Sanitário Iara, no Município de Mauá, São Paulo.

-Movimentação e conformação da massa de lixo

Tem como objetivo a regularização do material disposto, de acordo com a especificação do projeto evitando deslizamentos da massa de lixo

-Cobertura Final

Recobertura dos resíduos sólidos domiciliares, lá depositados espalhado e compactados com material arenoso. Para a cobertura dos resíduos no Sambaiatuba foi utilizado material de fundação das obras da cidade e uma parcela proveniente da praia do Itararé. Esse material cumpre a função inicial de evitar a proliferação de animais nocivos, poeiras contaminadas, melhora a estética do local e reduz a infiltração.

- Eliminação de Fogo e fumaça

No vazadouro do Sambaiatuba (altura de 17 metros) foram instalados drenos espaçados em aproximadamente 40 metros e utilizados tubos de concreto de 60 cm de diâmetro.

-Drenagem das águas superficiais

Drenagem com canaletas de concreto para evitar entrada de água na massa do lixo

-Monitoramento da Área

O monitoramento visual observando-se os taludes, as edificações e através da análise de 17 poços de monitoramento ao longo da margem do rio.

-Balança rodoviária

Instalação de balança com capacidade para pesagem de até 60 toneladas

-Adaptações Estruturais

Área de recuperação da mata ciliar (mangue); plantio de grama nas laterais dos taludes; viveiro de plantas nas dependências administrativas; estufa para sementeira de plantas e canteiros para as mudas, provenientes da estufa com capacidade para produção de 20.000 mudas; áreas de compostagem (materiais provenientes de resíduos de feiras e galhos de árvores), estrutura humana composta por uma equipe de 10 funcionários para manutenção do parque e outra equipe de oito funcionários para o plantio. Abertura de rapas de acesso, permitindo o tráfego de veículos, em toda a sua extensão: confecção de meios-fios e sarjetas nas vias de acesso à estação de transbordo e ao Parque Ambiental.

Na figura 10 a seguir, é possível observar as mudanças ocorridas com a recuperação da área do lixão do Sambaiatuba e posterior transformação em parque municipal

Figura 10- Lixão do Sambaiatuba em atividade e, após seu fechamento, o Parque Ambiental Sambaiatuba, em uso



O Parque Ambiental passou a destacar-se como ponto de referência para muitos municípios na busca pela adequada destinação de seus resíduos sólidos e, principalmente, de seus lixões, tornando a cidade de São Vicente pioneira no trabalho de desativação dos lixões no Brasil.

Uma das formas de se evitar o descarte de substâncias poluentes no meio ambiente é o cumprimento da legislação inerente a logística reversa, que obriga os fabricantes e distribuidores de produtos que se tornam resíduos sólidos após o uso, a coletarem esses produtos antes de serem descartados.

A logística reversa é o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros

ciclos produtivos, ou outra destinação ambientalmente adequada. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (art. 33 da Lei nº 12.305/2010), os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de: agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio e de luz mista; produtos eletroeletrônicos e seus componentes são obrigados a estruturar e implementar sistema de logística reversa. Isso se faz mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Portanto, é de responsabilidade de quem os produz ou os coloca no mercado para atender a demanda de consumidores. www.saovicente.sp.gov.br, acesso em dez/2021

7- CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo deste trabalho foi sobretudo enfatizar o fato de a área costeira ser mais frágil, no aspecto de poluição por lixões, do que as outras áreas localizadas no continente. Neste mote, por meio de avaliação básica da composição dos materiais que formam e sustentam o relevo, foi possível mostrar que a compartimentação do relevo é o principal aspecto para que essa fragilidade seja analisada e que as diferenças e semelhanças auxiliam nessa classificação e compartimentação. O entendimento das distintas fragilidades em áreas diferentes, com recuperação e gestão específicas é fundamental para o restabelecimento da paisagem natural ou das funções que ela representa para o seu entorno e dinâmica ambiental.

Para tanto, seria necessário um estudo mais aprofundado, com uma análise comparativa entre áreas amostrais no continente e no litoral, áreas essas que fossem contaminadas igualmente por lixões e que foram igualmente recuperadas. No presente, pode-se afirmar que os quesitos de contaminação e recuperação se baseiam nos mesmos elementos e diretrizes, não importa a sua localização. Tanto que o órgão responsável, a CETESB Não separa essas áreas, se estão no continente ou no litoral. São simplesmente áreas contaminadas que precisam ser recuperadas e revitalizadas e as técnicas e produtos serão semelhantes e dependentes dos tipos de poluente.

No entanto, uma afirmação pode ser feita com relação ao caráter frágil da área costeira, são áreas mais difíceis de serem recuperadas. Isso pode ser também afirmado, tendo-se em vista a pouca profundidade do nível hidrostático e a proximidade com o mar. Dependendo do tipo de poluição, essa irá se espalhar por áreas mais extensas da região costeira por suas características do meio físico, sobretudo nas planícies costeiras. Os aspectos arenosos dos solos com rápida infiltração ou percolação dos poluentes fluidos ou viscosos para o lençol freático que se misturam com a água subterrânea, sendo diluídos e espalhados.

A análise teórico-metodológica, conforme FIERZ, 2008, nos auxiliaram com conceitos e parâmetros para a análise da paisagem bem como na base na resistência dos materiais. Materiais esses que são paulatinamente transformados pelos processos morfogenéticos (transformam o relevo) e pedogenéticos (transformam os solos). Os materiais estão ainda vulneráveis aos processos exógenos que advém das diferenças de temperatura, pressão, umidade, efeitos esses causados pelas variações climáticas, pelos processos erosivos e deposicionais naturais. Incluem-se também as atividades antrópicas, as quais são

intensificadoras desses processos exógenos que modificam as paisagens naturais costeiras, pela alteração dos materiais que as compõem.

Em complemento as afirmações anteriores, mais de 95% do lixo encontrado nas praias brasileiras é composto por itens feitos de plástico, como garrafas, copos descartáveis, canudos, cotonetes, embalagens de sorvete e redes de pesca. Estima-se que 80% deles tenham origem terrestre. Entre as causas disso estão a gestão inadequada do lixo urbano e as atividades econômicas (indústria, comércio e serviços), portuárias e de turismo. A população também tem parte da responsabilidade pelo problema, devido principalmente à destinação incorreta de seus resíduos que, muitas vezes, são lançados deliberadamente na rua e nos rios, gerando a chamada poluição difusa. BBC, 2018

O sucesso de um programa de gerenciamento de áreas contaminadas, que já demonstram resultados bastante positivos, depende do engajamento das empresas que apresentam potencial de contaminação, dos investidores, dos agentes financeiros, das empresas do setor da construção civil, das empresas de consultoria ambiental, das universidades, do poder público em todos os níveis (legislativo, executivo e judiciário) e da população em geral. CETESB, 2020

Conforme ilustrado no decorrer do texto, é possível transformar os passivos em áreas utilizáveis de diversas maneiras, sobretudo em parques e reflorestamentos. Muitas dessas áreas são ainda utilizadas como áreas de transbordo. Além de tudo isso, há, ainda, questões sociais, como retirada de crianças e adultos que vivem do lixo e recebem auxílio para estudar e trabalhar fora do lixão. Destacando-se ainda, a educação ambiental como elemento importante na recuperação das áreas degradadas, sobretudo para conscientização da população.

Em adição, esse parque pode abrigar projetos sociais que auxiliam na renda das famílias mais pobres que supostamente perderam parte da renda com a extinção do lixão.

Muito embora a recuperação de áreas contaminadas seja considerada como incerta e, muitas vezes, dadas como áreas perdidas para certos usos, após a recuperação, podem ter utilidades

que favorecem a sociedade, sobretudo porque são em grande parte transformadas em parques e áreas de lazer, instrumentos urbanos muito necessários atualmente. Foi o que aconteceu em São Vicente e seu antigo lixão da Sambaiatuba, que teve sua área recuperada e transformada em Parque municipal.

As técnicas aplicadas para recuperação de antigas áreas de lixão podem ser utilizadas em diversas áreas, mesmo não estando localizadas na área costeira. O planejamento do uso das técnicas mais adequadas deve ser elaborado por profissionais competentes e que tenham uma visão ampla dos aspectos que envolvem toda a dinâmica socio-ambiental numa área que visa a total transformação do espaço a ser recuperado ou adaptado às condições ambientais mais adequadas seja para a dinâmica o próprio meio ambiente, seja para população que vai usufruir do mesmo.

Observa-se, que estudos pertinentes, que identifiquem possíveis áreas nos municípios costeiros para a disposição final, ambientalmente adequada, dos rejeitos, observando o plano diretor e o zoneamento ambiental, quando este existir, são de extrema importância para a redução dos impactos nessas áreas de maior fragilidade.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. "A geomorfologia do estado de São Paulo" In **Aspectos geográficos da terra bandeirante**. Rio de Janeiro: IBGE, p. 1- 97, 1954,

_____. "Contribuição à geomorfologia do litoral paulista". **Revista Brasileira de Geografia**. São Paulo, ano XVII, n. 1, p. 3-37, 1955.

_____. "A Serra do Mar e o litoral de Santos". **Notícia Geomorfológica**. Campinas, n. 5 (9/10), p. 70-7, 1962.

_____.1965

AGEM- AGENCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA- Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos sólidos da baixada Santista, 424 p, 2018. [O lixo e seu impacto ambiental | AmbScience EngenhariaAmbScience](#). ACESSADO em novembro de 2021

CARNEIRO, C.D.R.; BRITO-NEVES, B.B. DE; AMARAL, I.A. DO; BISTRICHI, C.A. O Atualismo como princípio metodológico em Tectônica. **Bol. Geoc. Petrobrás**, 8(2/4):275-293, 1994.

CARNEIRO, C.D.R.; MIZUSAKI, ANA MARIA P.;ALMEIDA, F.F.M. A determinação da idade das rochas. **Terræ Didática** 1(1):6-35, 2005.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. Cetesb/GTZ São Paulo, 1999.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**: São Paulo, Cetesb/GTZ 2ª. Edição, 2001.

CESTEB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Áreas Contaminadas: Condomínio Residencial Barão de Mauá**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas>

Acessado em: agosto/2021

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo**: São Paulo, Cetesb, 12p.2020. CONCEITO.DE- disponível em: <https://conceito.de/contaminacao> . Acessado em Agosto/2021

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. <https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/documentacao/manual-de-gerenciamento-de-areas-contaminadas/introducao-ao-gerenciamento-de-areas-contaminadas>

Acessado em janeiro de 2022

CODEVASI – Companhia de Desenvolvimento de São Vicente –2021 –Parque Ambiental do Sambaiaatuba. [www.Companhia de Desenvolvimento de São Vicente \(codesavi.com.br\)](http://www.Companhia de Desenvolvimento de São Vicente (codesavi.com.br))

Acessado em novembro de 2021

EMBRAPA, SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F./**Sistema Brasileiro de Classificação de solos**.357p Distrito federal, 2018.

FIERZ, M.S.M. – As abordagens Sistêmica e do Equilíbrio Dinâmico na análise da fragilidade Ambiental no litoral do Estado de São Paulo: Uma contribuição a geomorfologia das planícies costeiras. **Tese de Doutorado**, 2008 410 p

GÜNTER, WANDA M. RISSO. Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana. In **São Paulo em Perspectiva**. São Paulo, 2006: Fundação Seade, 2006. Disponível em: http://www.seade.gov.br/produtos/spp/v20n02/v20n02_08.pdf. Acessado em: agosto/2021

MASSAD, F. Solos Marinhos da Baixada Santista, Características e Propriedade Geotécnicas. Oficina de Textos, 247p, 2009.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo. Edgard Blucher/ Edusp, 1973.

_____. **Geologia do Quaternário, mudanças ambientais – Passado + presente = futuro?** São Paulo, 1999.

_____ & KUTNER, M. B. “Sedimentação na área de Itanhaém, SP”. In **XXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA**. Porto Alegre, 1974, v. 2, p. 95-106. (Anais.)

_____ & MARTIN, L. “Formação das planícies costeiras”. In **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul-Sudeste Brasileira, estrutura, função e manejo**. Anais. Águas de Lindóia, p. 201-45,1990,.

_____ & _____. **Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul-fluminense**. São Paulo, IGCB/CGUSP, 1978a (Publicação Especial).

_____ & _____. “Formações quaternária marinhas do litoral paulista e sul fluminense”. In **International Symposium on Coastal Evolution in the Quaternary—the Brazilian National Working Group for the IGCP – Project 61**, São Paulo Instituto de Geociências/USP, v. 1, p. 1-55, 1978b. (Special Publication.)

MORAES, A.C.R. – Contribuições para gestão da área zona costeira do Brasil – **Elementos para uma Geografia do Litoral Brasileiro**. Edusp. Editora Hucitec. 229p

ZEE – ZONEAMENTO ECOLÓGICO ECONÔMICO – **Zoneamento Ecológico Econômico da Baixada Santista** – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, 2013 106 p.