

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

ESTELLA DE PAULA COSTA GUIMARÃES SPIGAI

**A UTILIZAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS MULTITEMPORAIS NA
AVALIAÇÃO PRELIMINAR E SUA POTENCIAL CONTRIBUIÇÃO NA
RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA ÁREA EM ESTUDO**

São Paulo
2022

ESTELLA DE PAULA COSTA GUIMARÃES SPIGAI

**A UTILIZAÇÃO DAS FOTOGRAFIAS AÉREAS MULTITEMPORAIS NA
AVALIAÇÃO PRELIMINAR E SUA POTENCIAL CONTRIBUIÇÃO NA
RECONSTRUÇÃO HISTÓRICA DA ÁREA EM ESTUDO**

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.

Orientador: MSc. Lélia Cristina da Rocha Soares

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

Spigai, Estella de Paula Costa Guimarães

A Utilização das Fotografias Aéreas Multitemporais na Avaliação Preliminar e sua Potencial Contribuição na Reconstrução Histórica da Área em Estudo / E. P. C. G. Spigai -- São Paulo, 2022.

60 p.

Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. .

1.Uso e ocupação do solo 2.Reconstrução Histórica 3.Aerofotogrametria 4.Avaliação Preliminar 5.Áreas Contaminadas I.Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. II.t.

RESUMO

Spigai, Estella de Paula Costa Guimarães. A Utilização das Fotografias Aéreas Multitemporais na Avaliação Preliminar e sua Potencial Contribuição na Reconstrução Histórica da Área em Estudo. 2022. 60 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

Com o avanço do uso e ocupação do solo, especialmente em atividades industriais, é notória a evolução da preocupação nacional e mundial para com a temática de meio ambiente, com foco em legislações específicas ao assunto, especialmente Gerenciamento de Áreas Contaminadas, o qual tem como etapa inicial a Avaliação Preliminar. Visando essa etapa do gerenciamento, esse trabalho apresentou evidências da aplicação de ferramentas da Avaliação Preliminar, com o objetivo de analisar a contribuição da utilização das fotografias aéreas multitemporais e imagens de satélite na reconstrução histórica das áreas em estudo. Para isso, foram analisados dois estudos de caso referente à etapa de gerenciamento Avaliação Preliminar. Os resultados mostraram que as fotografias aéreas e imagens de satélites são eficazes no preenchimento de lacunas junto às informações históricas que não haviam sido obtidas por outras ferramentas como: entrevistas e documentos. O uso dessas ferramentas auxiliou, também, no estudo referente ao uso e ocupação do local avaliado, com foco nas áreas potencialmente contaminadas. Como resultado, as fotografias aéreas e imagens de satélite colaboraram para o reconhecimento e alterações do meio físico local e regional, como evidências de supressão de vegetação, plantações, pecuárias e similares, essenciais para correlacionar com potenciais riscos sob o ponto de vista ambiental.

Palavras-chave: Uso e ocupação do solo, Reconstrução Histórica, Aerofotogrametria. Avaliação Preliminar, Áreas contaminadas.

ABSTRACT

Spigai, Estella de Paula Costa Guimarães. The Use of Multitemporal Aerial Photographs in the Preliminary Assessment and its Potential Contribution to the Historical Reconstruction of the Area under Study. 2022. 60 f. Monografia (MBA em Gestão de Áreas Contaminadas, Desenvolvimento Urbano Sustentável e Revitalização de Brownfields) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

With the advancement of land use and occupation, especially in industrial activities, the evolution of national and global concern for the environment is notorious, with a focus on specific legislation on the subject, especially Management of Contaminated Areas, which has as initial stage the Preliminary Assessment. Aiming at this stage of management, this work presented evidence of the application of Preliminary Assessment tools, with the objective of analyzing the contribution of the use of multitemporal aerial photographs and satellite images in the historical reconstruction of the areas under study. For this, two case studies were analyzed regarding the Preliminary Assessment management stage. The results showed that aerial photographs and satellite images are effective in filling gaps in historical information that had not been obtained by other tools such as interviews and documents. The use of these tools also helped in the study regarding the use and occupation of the evaluated site, focusing on potentially contaminated areas. As a result, aerial photographs and satellite images collaborated for the recognition and alterations of the local and regional physical environment, as evidence of suppression of vegetation, plantations, livestock and similar, essential to correlate with potential risks from an environmental point of view.

Keywords: Land use and occupation. Historical Reconstruction. Aerophotogrammetry. Preliminary Assessment. contaminated areas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1969. ..	25
Figura 2. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1977. ..	27
Figura 3. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1995. ..	29
Figura 4. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2005.....	31
Figura 5. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2005. ..	32
Figura 6. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2016.....	34
Figura 7. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2016. ..	35
Figura 8. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1958. ..	39
Figura 9. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1958. ..	41
Figura 10. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1962. ..	42
Figura 11. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1962. ..	44
Figura 12. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1977. ..	45
Figura 13. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1994. ..	47
Figura 14. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1994. ..	48
Figura 15. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2002.....	49
Figura 16. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2008. ..	51
Figura 17. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2012.....	53

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	9
3. JUSTIFICATIVA.....	9
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1 Gerenciamento de Áreas Contaminadas	11
4.2 Avaliação Preliminar.....	15
4.3 Fotografias Aéreas	17
4.4 Imagens de Satélite	19
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
6. ESTUDO DE CASO I	23
6.1 Informações sobre a área de estudo I	23
6.2 Estudo das fotografias aéreas e imagens de satélite	23
6.3. Discussões acerca da área de estudo I.....	35
7. ESTUDO DE CASO II.....	37
7.1. Informações sobre a área de estudo II.....	37
7.2. Estudo das fotografias aéreas e imagens de satélite	38
7.3. Discussões acerca da área de estudo II	54
8. CONCLUSÕES	57
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1. INTRODUÇÃO

A partir do avanço da Revolução Industrial, é notório o aumento das atividades industriais e antrópicas. Tal aumento, se por um lado contribuiu para o desenvolvimento tecnológico e econômico, por outro causou problemas de degradação do meio ambiente, em especial a alteração do uso e ocupação do solo, tanto nas áreas urbanas quanto nas rurais.

Com o passar do tempo, a indústria e os governos entenderam que havia a necessidade de mudança com relação às práticas ambientais. A partir daí, os governos começaram a criar legislações específicas para a temática ambiental, e as empresas e indústrias começaram a introduzir políticas ambientais nos seus sistemas de gestão, com o objetivo de cumprir com as novas exigências legais e, principalmente, porque constataram que os incidentes e acidentes ambientais poderiam afetar inclusive seus valores e existência (CANARIO; BETTINE, 2020).

A ausência de práticas ambientais corretas nas atividades realizadas em diversos ramos da indústria contribuiu para a contaminação desses locais. A partir da Resolução CONAMA nº 420 (2009), tem-se conceitual e oficialmente que a contaminação é ocasionada pela presença de substância(s) química(s) no ar, água ou solo, decorrentes de atividades antrópicas, em concentrações tais que restrinjam a utilização desse recurso ambiental para os usos atual ou pretendido, definidas com base em avaliação de risco à saúde humana, assim como aos bens a proteger, em cenário de exposição padronizado ou específico.

A nível de estado de São Paulo, uma área contaminada, conforme a Lei Estadual nº 13.577, de 08 de julho de 2009, trata-se de um terreno, área, instalação, edificação ou benfeitoria que contenha quantidades ou concentrações de matéria em condições que causem ou possam causar danos à saúde humana, ao meio ambiente ou a outro bem a proteger.

No entanto, para que a área seja classificada como uma área contaminada, é necessário que sejam seguidas etapas de estudo daquele local, o que é denominado por Gerenciamento de Áreas Contaminadas, iniciado pela Avaliação Preliminar (CETESB, 2017).

Diversas legislações internacionais, nacionais, estaduais e municipais orientam para a correta realização da etapa de avaliação preliminar do estudo de uma área contaminada, que possuem diretrizes que colaboram para a eficiência de identificação dos aspectos ambientais importantes para os resultados almejados, direcionando para as etapas posteriores. Dentre as ferramentas utilizadas na Avaliação Preliminar, cita-se a utilização de fotografias aéreas

multitemporais e imagens de satélite, as quais auxiliam na identificação de potenciais contaminações de uma determinada área de interesse.

Para mostrar a aplicabilidade do tema, nesse trabalho foram levantados dois Estudos de Caso de Avaliação Preliminar em áreas industriais, os quais utilizaram fotografias aéreas e imagens de satélite multitemporais, de forma a evidenciar alterações de uso e ocupação nessas áreas e seu entorno imediato, para contribuir com o levantamento de potenciais passivos ambientais locais.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho foi mostrar a aplicação e contribuição da análise de fotografias aéreas multitemporais e imagens de satélite na reconstrução histórica de duas áreas de estudo industriais, localizadas no interior e capital do estado de São Paulo, no contexto da etapa de Avaliação Preliminar, em um processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Os objetivos específicos são:

- Mostrar a evolução temporal de duas áreas industriais através de fotografias aéreas e imagens de satélite;
- Evidenciar ocupações e alterações do solo na área alvo de estudo e no seu entorno;
- Identificar as áreas potenciais de contaminação através das fotografias aéreas e imagens de satélite.

3. JUSTIFICATIVA

O uso e ocupação do solo em regiões com histórico de operações industriais, agrícolas, empreendimentos e demais atividades é alterado frequentemente e, em muitos casos, não se tem registros em documentos e tampouco tais informações são obtidas através de entrevistas com os colaboradores.

Por outro lado, sabe-se que estudos de Avaliação Preliminar, para gerenciamento de áreas contaminadas, necessitam de ferramentas adicionais, além de documentos e entrevistas, na busca de informações relevantes de alteração do uso e ocupação do solo que possam refletir

em potenciais passivos ambientais. Estas informações são importantes para o direcionamento das próximas etapas do gerenciamento, onde haverá a confirmação ou não da contaminação no solo e/ou água subterrânea.

Diante do exposto, a utilização de fotografias aéreas multitemporais e imagens de satélite tornam-se ferramentas eficazes no auxílio da construção histórica de atividades na área-objeto de estudo, de modo a suprir as lacunas de informação não relatadas em documentos e entrevistas.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Gerenciamento de Áreas Contaminadas

A temática de meio ambiente teve seu início no Brasil, oficialmente, em 1981, com a implantação da Política Nacional de Meio Ambiente, regida pela Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, a qual introduziu temas como preservação da qualidade do meio ambiente, padrões de qualidade ambiental e recuperação de áreas degradadas, essenciais para o gerenciamento de áreas contaminadas. Na sequência, o tema foi abordado pela Constituição Federal de 1988, cujo artigo 23 cita que a proteção das paisagens naturais notáveis, a proteção do meio ambiente, o combate à poluição em qualquer de suas formas e a preservação das florestas, da fauna e da flora são competências comuns da União, Estados e Municípios.

Nos países industrializados, a descoberta da dimensão do problema da contaminação dos solos e das águas subterrâneas levou à sistematização do gerenciamento de áreas contaminadas. A descoberta da dimensão do problema das áreas contaminadas, colaborou para que a Holanda e os Estados Unidos iniciassem sua sistematização e gerenciamento das áreas contaminadas, com o objetivo de devolver ao solo suas características originais, preservando sua multifuncionalidade, com a adoção do conceito de adequação do solo ao uso pretendido (ARAUJO; CAFFARO, 2015).

Como exemplo histórico de acidentes e contaminação, destaca-se o caso de Love Canal (Niágara Falls – New York), nos Estados Unidos, quando, a partir de 1978, moradores de um conjunto habitacional de classe média baixa descobriram que suas casas estavam erguidas sobre um canal que havia sido aterrado com resíduos químicos industriais e bélicos (HERCULANO, 2001). Já na Europa, em 1976, a cidade de Seveso, na Itália, tornou-se mundialmente famosa quando tanques de armazenagem da indústria química ICMESA se romperam, liberando vários quilogramas da dioxina TCDD (2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina) para a atmosfera e o produto espalhou-se por grande área na planície Lombarda, entre Milão e o Lago de Como (SERPA, 2002).

A ocorrência de casos de contaminação como o citado em Niágara Falls e Seveso contribuíram para que os Estados Unidos e Europa direcionassem esforços na criação de legislações específicas em prol da regulamentação de temas ambientais, como o uso de produtos químicos, gerenciamento de resíduos sólidos, além de normas que envolvem o processo de gerenciamento de áreas contaminadas (CANARIO; BETTINE, 2020).

O estudo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil, é relativamente recente, final da década de 1990 (CETESB, 1999), quando comparado às atividades realizadas no tema fora do país, sendo nos Estados Unidos em 1980 (EPA, 2022), e na Europa, especificadamente na Comunidade Econômica Europeia, em 1982 (SERPA, 2002).

Conforme supracitado, em 1980, a EPA – *United States Environmental Protection Agency*, contou com a elaboração da CERCLA – *Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act*. Essa lei criou um imposto sobre as indústrias químicas e petrolíferas e forneceu ampla autoridade federal para responder diretamente às liberações ou ameaça de liberação de substâncias perigosas que podem colocar em risco a saúde pública ou o meio ambiente (EPA, 2022).

Na Europa, em 1982, após os acidentes ambientais recorrentes, a então Comunidade Econômica Europeia (CEE) adotou uma série de providências com o intuito de prevenir acidentes industriais maiores. Assim, foi publicada oficialmente a Diretiva de Seveso, que foi o primeiro acordo internacional sobre o tema. De acordo com a Diretiva, os membros da CEE comprometeram-se em implementar programas preventivos junto às unidades industriais que manipulassem substâncias químicas perigosas, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes maiores (SERPA, 2002).

A *European Environment Agency* – EEA, criada em 1990 reúne e mantém informações relacionadas às áreas contaminadas dos países europeus desde 1996. Os inventários contemplam atividades poluidoras, áreas potencialmente contaminadas e áreas comprovadamente contaminadas (CANARIO, 2018).

Na Alemanha, merece destaque também o marco legal para o gerenciamento de áreas contaminadas, o qual foi estabelecido pela Lei Federal de Proteção do Solo nº 17, além da Portaria sobre Áreas Contaminadas nº 18, as quais foram promulgadas pelo Governo Federal alemão no ano de 1998 (GRIMSKI, 2004).

No Brasil, o marco se deu a partir do ano de 1999, no qual foi elaborado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, cujo objetivo foi estabelecer a metodologia para a identificação, gerenciamento e reabilitação de áreas contaminadas. Então, visou a regulamentação de ações e medidas que possibilitassem a caracterização da contaminação e seus impactos, bem como oferecer suporte a todas as informações que colaborassem para a minimização dos riscos para a população, a

partir da adoção de medidas de intervenção e restabelecimento da referida área para o uso pretendido. Ressalta-se que esse Manual foi atualizado e sua última versão (3ª edição) foi revisada e atualizada em outubro de 2021 (CETESB, 2021), porém até a finalização desse estudo, este documento ainda não se encontrava disponibilizado completamente, apenas para alguns capítulos.

Já no ano 2000, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) emitiu a primeira regulamentação a nível nacional relacionada à temática de adoção de práticas ambientais, a Resolução CONAMA nº 273 de 29 de novembro de 2000. Esta resolução estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. É a partir daí, que se nota maior empenho dos órgãos regulamentadores federais para com a preservação do meio ambiente, principalmente em virtude de os estabelecimentos como postos de combustíveis apresentarem grandes potenciais de contaminação ao meio ambiente, especialmente nas matrizes solo e água subterrânea.

Em 28 de dezembro de 2009, o Governo Federal, através do mesmo Conselho Nacional do Meio Ambiente, publicou a Resolução CONAMA nº 420, a qual cita efetivamente a temática de áreas contaminadas. Trata-se da disposição de critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelecimento de diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (CONAMA, 2009).

De acordo com a referida Resolução CONAMA 420/2009, os órgãos ambientais competentes devem publicar informações sobre as áreas contaminadas identificadas e suas principais características (ARAUJO; CAFFARO, 2015).

Para que se tenha um procedimento correto quanto ao gerenciamento de áreas contaminadas, existem documentos técnicos que estabelecem procedimentos para que as etapas de avaliação preliminar e investigação sejam regulamentadas. Um exemplo, a nível estado de São Paulo, é a Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, publicada pela CETESB em 2017, que dispõe sobre os procedimentos para a proteção da qualidade do solo e das águas subterrâneas. Nesta Decisão de Diretoria constam direcionamentos do que no mínimo deve-se executar em cada etapa do gerenciamento de áreas contaminadas, inclusive para avaliação preliminar.

Ainda, conforme a Decisão de Diretoria Nº 038/2017/C da CETESB: *“O Gerenciamento de Áreas Contaminadas visa reduzir, para níveis aceitáveis, os riscos a que estão sujeitos a*

população e o meio ambiente em decorrência de exposição às substâncias provenientes de áreas contaminadas, por meio de um conjunto de medidas que assegurem o conhecimento das características dessas áreas e dos riscos e danos decorrentes da contaminação, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas.”

As etapas que compreendem o Gerenciamento de Áreas Contaminadas, conforme disposto pela Decisão de Diretoria N° 038/2017/C da CETESB, são:

- a. Processo de Identificação de Áreas Contaminadas, que abrangem as seguintes fases:
 - a.1. Avaliação Preliminar;
 - a.2. Investigação Confirmatória;
 - a.3. Investigação Detalhada;
 - a.4. Avaliação de Risco (Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico).
- b. Processo de Reabilitação de Áreas contaminadas, com as seguintes etapas:
 - b.1. Elaboração do Plano de Intervenção;
 - b.2. Execução do Plano de Intervenção;
 - b.3. Monitoramento para Encerramento;
 - b.4. Emissão do Termo de Reabilitação para o Uso Declarado.

Desde a década de 2010, a nível nacional, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT vem desenvolvendo diversos documentos técnicos que normatizam os procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas, a saber:

- i. ABNT NBR 15.515-1 – Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea, Parte 1: Avaliação Preliminar, a qual estabelece os procedimentos para avaliação preliminar de passivo ambiental, visando a identificação de indícios de contaminação de solo e água subterrânea. Essa versão foi atualizada em 08 de outubro de 2021;
- ii. ABNT NBR 15.515-2 – Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea, Parte 2: Investigação Confirmatória. Publicada em 22 de março de 2011;
- iii. ABNT NBR 15.515-3 – Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea, Parte 3: Investigação Detalhada. Publicada em 02 de setembro de 2013;

- iv. ABNT NBR 16.209 – Avaliação de Risco à Saúde Humana para fins de Gerenciamento de Áreas Contaminadas. Publicada em 02 de setembro de 2013;
- v. ABNT NBR 16.210 – Modelo conceitual no gerenciamento de áreas contaminadas — Procedimento. Versão atualizada em 11 de janeiro de 2022.

Em todas as legislações e normas supracitadas (Decisão de Diretoria Nº 038/2017/C e Norma NBR 15.515-1), conforme explanado, a Avaliação Preliminar está compreendida nas etapas de Identificação de Áreas Contaminadas, sendo ela a primeira etapa.

4.2 Avaliação Preliminar

A Avaliação Preliminar tem como principal objetivo a verificação da existência de potenciais passivos ambientais ou passivos já reconhecidos, através da análise de práticas operacionais remotas e atuais e alterações de *layout*, verificação das condições dos equipamentos, instalações e estruturas, considerando as condições operacionais da área em estudo, que deve estar em consonância com os procedimentos estabelecidos pelos órgãos governamentais, bem como legislação ambiental vigente.

De acordo com a Decisão de Diretoria nº 38 da CETESB (2017), a etapa de Avaliação Preliminar tem como objetivo caracterizar as atividades desenvolvidas e em desenvolvimento na área sob avaliação, identificar as áreas fontes e as fontes potenciais de contaminação (ou mesmo fontes primárias de contaminação) e constatar evidências, indícios ou fatos que permitam suspeitar da existência de contaminação, embasando sua classificação como área Suspeita de Contaminação (AS) e orientando a execução das demais etapas do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Na Norma ABNT/NBR-15.515-1 (2021), consta que a etapa de Avaliação Preliminar tem como objetivo encontrar indícios de uma possível contaminação em solo e água subterrânea, com base nas informações disponíveis, como levantamento histórico, entrevistas, imagens e fotos, e inspeções em campo, visando fundamentar a suspeita de contaminação de uma área. Ainda nesta Norma, há a indicação de que, na ocasião de disponibilidade do material, torna-se necessária a interpretação de uma foto ou imagem aérea a contar da data de início do uso e ocupação da área alvo de avaliação, bem como um registro anterior ao início das atividades. Na ocasião da não existência dessa totalidade de fotos/ imagens aéreas pelo acervo, deve ser citado no relatório de Avaliação Preliminar.

Alguns termos usuais no processo de gerenciamento são definidos como o seguinte, conforme a Decisão de Diretoria 038/2017:

- *Área Fonte: é uma área que abriga ou abrigou fontes potenciais ou fontes primárias de contaminação;*
- *Fonte primária de contaminação: instalação, equipamento ou material a partir dos quais as substâncias químicas de interesse se originam e estão sendo, ou foram, liberadas para um ou mais compartimentos do meio físico;*
- *Fonte Potencial de Contaminação: é instalação, equipamento ou material a partir do qual as substâncias químicas de interesse podem ser liberadas para um ou mais compartimentos do meio físico.*
- *Área suspeita de contaminação (AS), conforme a ABNT/NBR-15.515-1 (2021): é uma área na qual, após a realização de uma Avaliação Preliminar, foram observados indícios de contaminação.*

Conforme a ABNT/NBR-15.515-1 (2021) e Decisão de Diretoria nº 38 (CETESB, 2017), para a elaboração de uma avaliação preliminar, são necessárias as seguintes ações:

- Levantamento de documentos disponíveis sobre a área, notadamente aquela de posse do proprietário da área e daqueles presentes nos acervos de órgãos públicos e identidades.
- Levantamento de dados disponíveis nos documentos obtidos sobre o histórico de ocupação da área, com a indicação de todas as atividades desenvolvidas no local;
- Levantamento aerofotogramétrico temporal / imagens de satélite;
- Levantamento de informações coletadas em inspeções de reconhecimento;
- Levantamento de informações coletadas em entrevistas com funcionários e moradores do entorno;
- Elaboração de modelo conceitual.

Na ausência de documentos sobre a área alvo, o uso de fotografias aéreas e imagens de satélites multitemporais tornam-se ferramentas importantes na compreensão do uso e ocupação do solo ao longo do tempo, onde auxilia no levantamento de evidências relativas à existência de fontes potenciais de contaminação, bem como alterações significativas de *layout* na região a ser avaliada.

4.3 Fotografias Aéreas

As fotografias aéreas são obtidas através do levantamento aerofotogramétrico, o qual é um método utilizado para realizar o mapeamento da superfície terrestre. Esse mapeamento é realizado com o auxílio de uma aeronave, onde se é acoplada uma câmera fotogramétrica em um ponto estratégico para que seja coberta toda a área alvo do mapeamento, o que chamamos de voo fotogramétrico. Assim é possível conseguir uma cobertura completa do terreno/área objeto de representação, e as denominadas fotografias aéreas são tomadas de modo sobreposto. O processo de confecção da fotografia aérea/ mapa é obtido através do auxílio de um aparelho fotogramétrico, para então seguir à restituição a partir de um modelo tridimensional (IBGE, 2021).

Conforme supracitado, os registros fotográficos são uma excelente ferramenta na busca de informações históricas para reconstrução do histórico de uso e ocupação de uma área em avaliação.

Conceitualmente, a fotogrametria, segundo Sociedade Americana de Fotogrametria e Sensoriamento Remoto – *American Society for Photogrammetry and Remote Sensing* (ASPRS), é a arte, ciência e tecnologia de obtenção de informações confiáveis a respeito de objetos físicos e o meio ambiente, através de processos de gravação, medição e interpretação de imagens fotográficas e padrões de energia eletromagnética radiante e outras fontes (RODRIGUES; GALLARDO, 2018).

O conceito, sob o ponto de vista histórico e etimológico, tem os seus radicais oriundos de três raízes gregas: *photon*, que significa luz; *gramma* ou *grathos*, que significa gravação ou escrita; e *metria*, a qual se trata de medida ou medição. Assim, pode-se definir fotogrametria como: medições gráficas através da luz. No conceito científico, a *American Society of Photogrammetry* determina Fotogrametria como a ciência e a arte para obtenção de medidas dignas de confiança, a partir da utilização de fotografias aéreas. (PAREDES, 1986).

Rosalen (1997) explica que existem três categorias às quais pode ser classificada a fotogrametria:

- Fotogrametria terrestre: realizada através das denominadas câmeras métricas terrestres acopladas ou não a teodolitos, sendo seu eixo de visada na direção horizontal;
- Fotogrametria aérea ou aerofotogrametria: faz-se uso de câmeras métricas aéreas acopladas em aviões para o registro desejado;

- Fotogrametria espacial: realizada através de satélites e/ou ônibus espacial.

Historicamente, a aerofotogrametria é uma técnica cartográfica desenvolvida a partir de 1903 e ainda hoje é utilizada, a qual consiste na obtenção de registros fotográficos de um espaço-imagem ou espaço-objeto a partir de uma câmera de alta precisão instalada, preferencialmente, em um veículo aéreo não tripulado do espaço geográfico, oferecendo como produtos mapas e cartas topográficas de ampla visualização (MARTILDES, 2021).

Atualmente, para o registro das fotografias, são utilizadas câmeras de alta resolução, com elevado nível de precisão. As escalas das imagens podem variar de grandes a pequenas, dependendo do tamanho da área a ser registrada e nível de detalhamento desejado pelos executores do projeto em questão. O avanço dos sistemas digitais possibilitou maior agilidade aos produtos fotogramétricos, sendo um meio cada vez mais avançado para obter dados espaciais precisos e de vários momentos históricos, facilitando a visão do processo para leitura da paisagem em constante modificação, principalmente nas áreas urbanas em expansão dos territórios (PINHEIRO, 2009).

As fotografias aéreas podem ser base para a produção de materiais, como por exemplo, os cartográficos, a serem utilizados em trabalhos didáticos, estudos de caso, representações em geral, como estudos de Avaliação Preliminar.

Segundo Carvalho e Araújo (2009), outras aplicações importantes da fotogrametria são destacadas a seguir:

- Estudos de caracterização dos solos (pedologia);
- Estudos florestais;
- Estudos de caracterização de rochas e estruturas geológicas (geologia);
- Estudos relativos ao do clima (climatologia);
- Estudos de parâmetros do relevo importantes na caracterização da dinâmica da paisagem, como magnitude da rede de drenagem, comprimento total dos canais de escoamento, densidade da drenagem, altimetria, declividade, comprimento de vertente, formas do relevo e unidades de relevo;
- Elaboração de mapas topográficos planialtimétricos, mapas temáticos, mapas de índices de fotografias (foto índices) e mosaicos;
- Caracterização de áreas para fins de tributação e cadastramento urbano ou rural;
- Projetos ambientais;

- Projetos rodoviários, ferroviários, de obras (por exemplo: pontes, canais, barragens, oleodutos, linhas de transmissão etc.), de planejamento e desenvolvimento rural e urbano, de melhoramento de rios e portos;
- Projetos de controle à erosão e às cheias.

4.4 Imagens de Satélite

As imagens de satélite são imagens da totalidade ou parte da órbita terrestre. As denominadas imagens de satélite colaboram para uma visão sinóptica (isto é, de conjunto) e multitemporal (para os mais distintos períodos) de extensas áreas do mapa da Terra. Essas imagens de satélite são obtidas de maneira remota a partir da utilização de “sensores imageadores” acoplados a satélites artificiais. Esses sensores são como máquinas fotográficas dos satélites, e utilizam Radiação Eletromagnética (REM) natural refletida e/ou emitida a partir da superfície terrestre, ou ativos, utilizando a REM artificial, a qual é produzida através radares instalados nesses satélites, para então produzir a imagem de satélite (Planalto, 2020).

Atualmente, as imagens de satélite já são extremamente difundidas, sobretudo na internet. O *Google Earth* revolucionou a maneira de observar as paisagens, além de familiarizar o usuário às imagens de satélite. Recentemente, as imagens de alta resolução espacial foram integradas nesse imenso mosaico, possibilitando observações mais detalhadas para o fim pretendido (IWAI, 2003).

Na ausência de recursos financeiros para adquirir fotografias aéreas ou imagens de satélite, é possível a utilização das imagens de satélite disponibilizadas via *Google Earth*, desde que não seja para fins comerciais, isto é, é permitido em caráter informativo. As imagens de satélite de alta resolução, disponível nesse meio citado, tem como principal característica sua resolução espacial, que permite a identificação de objetos de tamanho reduzido: 1,0 metro ou menos para os sensores que captam os comprimentos de onda no pancromático; até 4,0 metros para os sensores multiespectrais. Outra característica importante das imagens de satélite, diferente das fotografias aéreas, é a reduzida periodicidade (período de revisita) em que o satélite recobre a mesma área da superfície terrestre (PANIZZA; FONSECA, 2011).

As imagens de satélite podem ser tratadas no Sistema de Informações Geográficas – SIG, como base de utilização desses dados a um determinado fim. O SIG trata-se de um conjunto de tecnologias que são destinadas à coleta e ao tratamento de informações espaciais

para um objetivo específico. Essas atividades que envolvem o geoprocessamento são executadas por sistemas específicos e esses dados são referenciados geograficamente (ou georeferenciados), desde a sua coleta até a geração de saídas, as quais ocorrem na forma de mapas convencionais, relatórios, arquivos digitais e afins (INPE, 2006).

De acordo com a Comissão Nacional de Cartografia (2021), a aplicabilidade das imagens de satélite é variada, dentre as quais pode-se destacar:

- Cartografia;
- Inteligência Militar;
- Meteorologia;
- Gestão de recursos naturais;
- Mapeamentos temáticos;
- Mapas topográficos;
- Mapas hidrográficos;
- Mapas de uso e ocupação do solo;
- Gestão ambiental;
- Detecção de desastres naturais e desmatamentos florestais;
- Projetos ambientais;
- Previsões de safras;
- Agricultura de precisão etc.

Como ferramenta para monitoramento do uso do solo, as imagens de satélite se mostram como uma excelente ferramenta, visto que os satélites são capazes de captar constantemente as imagens da Terra, sem necessidade de programação prévia, além de abranger extensas áreas e disponibilizar imagens atualizadas, que podem ser extraídas através de técnicas de análise visual e a partir do processamento digital das imagens (IWAI, 2003).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a confecção desse estudo e atendimento aos objetivos designados a esse estudo, foram realizadas as seguintes atividades:

- Revisão bibliográfica, a partir de buscas em literatura nacional e internacional de artigos científicos, teses, dissertações, relatórios técnicos, livros e trabalhos de congressos. De posse dessa pesquisa, os assuntos e textos foram lidos, extraídos, organizados e selecionados de maneira a abranger toda a sequência de temas pertinentes e uma análise crítica;
- Seleção de 02 (dois) estudos de caso que foram alvo de Avaliação Preliminar e contemplassem as fotografias aéreas e imagens de satélite que mostram as alterações do uso e ocupação do solo. Os casos selecionados foram:
 - i. **Área de estudo I:** Área industrial, localizada no interior do estado de São Paulo, com área total de 65.733,53 m². Para essa unidade, foram utilizadas as seguintes fotografias aéreas e imagens de satélite:
 - Fotografia aérea de 1969 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-135, escala original 1:8.000;
 - Fotografia aérea de 1977 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-356, escala original 1:8.000;
 - Fotografia aérea de 1995 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-554, escala original 1:25.000;
 - Imagem de satélite de 2005 – adquirida no software Google Earth®, escala variável;
 - Imagem de satélite de 2016 – adquirida no software Google Earth®, escala variável.
 - ii. **Área de estudo II:** Área industrial, localizada na cidade de São Paulo, com área total de 19.988,74 m². Para essa unidade, foram utilizadas as seguintes fotografias aéreas e imagens de satélite:
 - Fotografia aérea de 1958 – adquirida pela página da internet Geo Portal – Memória Paulista, escala variável;
 - Fotografia aérea de 1962 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-166a, escala original 1:40.000;

- Fotografia aérea de 1977 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-292, escala original 1:40.000;
 - Fotografia aérea de 1994 – adquirida pela Base Aerofotogrametria, voo Obra-550, escala original 1:25.000;
 - Imagem de satélite de 2002 – adquirida no software Google Earth®, escala variável;
 - Imagem de satélite de 2008 – adquirida no software Google Earth®, escala variável;
 - Imagem de satélite de 2012 – adquirida no software Google Earth®, escala variável.
- Interpretação de fotografias aéreas multitemporais obtidas de fontes comerciais (Base Aerofotogrametria) com foco na Avaliação Preliminar nas duas áreas de estudo supracitadas. A análise do material foi visual, isso é, sem utilização de ferramentas adicionais como espectrômetro de bolo, espelho e afins e sem tratamento no Sistema de Informações Geográficas (SIG);
- Compilação de informações de casos reais onde já foi realizada Avaliação Preliminar;
- Análise crítica e discussão de como o uso das fotografias aéreas e imagens de satélite contribuíram para a reconstrução histórica das áreas de interesse e vizinhança, considerando os aspectos ambientais de pertinentes nas legislações vigentes.

6. ESTUDO DE CASO I

6.1 Informações sobre a área de estudo I

A área de estudo I encontra-se em uma região industrial, localizada no interior do Estado de São Paulo, e possui uma área igual a 65.733,53 m². A ocupação industrial da região se iniciou em 1949, com a instalação de uma fábrica do ramo têxtil. Contudo, foi na década de 1950 que a Indústria I (denominação da área alvo do estudo de caso I) foi instalada. O local que engloba a área de estudo é caracterizado por um terreno de formato irregular, onde atualmente se encontra instalada a indústria de celulose, alvo da avaliação preliminar.

Ao longo dos anos, houve expansões das instalações no local da área de estudo, sem alteração da atividade principal da unidade industrial (ramo têxtil), tendo como alterações a mudança de uma fábrica de sulfureto para a produção de celulose, uso atual.

As atividades desenvolvidas na unidade são: serviços administrativos, estocagem de produtos acabados, oficina de manutenção, área de tancagem, fábrica de sulfureto (uso pretérito), produção de celulose e estações de tratamento de água e efluentes.

Atualmente o entorno da área é constituído por ocupações predominantemente industriais (atuante no ramo químico, têxtil e automotivo, especialmente), intercalada por terrenos sem ocupação, corpo hídrico e cobertura vegetal.

Os dados históricos de ocupação da área de interesse foram obtidos através de análise da documentação disponibilizada pela Indústria I, entrevistas realizadas com os atuais colaboradores, consulta a registros públicos na agência ambiental, CETESB (vistas aos processos), e análise de fotografias aéreas e imagens de satélite multitemporais.

As análises das fotografias aéreas e imagens de satélite consideraram os limites da área de estudo e seu respectivo entorno de até 500 metros, conforme preconizado pela Decisão de Diretoria nº 38 (CETESB, 2017).

6.2 Estudo das fotografias aéreas e imagens de satélite

Para a análise e estudo da reconstrução histórica da região avaliada da Indústria I, foram utilizadas as fotografias aéreas para os anos de 1969, 1977 e 1995; e imagens de satélite para os anos de 2005 e 2016. A escolha das imagens de satélite considerou os momentos históricos

que apresentaram alterações de layout significativas para a área de estudo e, simultaneamente, tivesse um intervalo de tempo relevante entre as datas.

6.2.1 Fotografia aérea de 1969

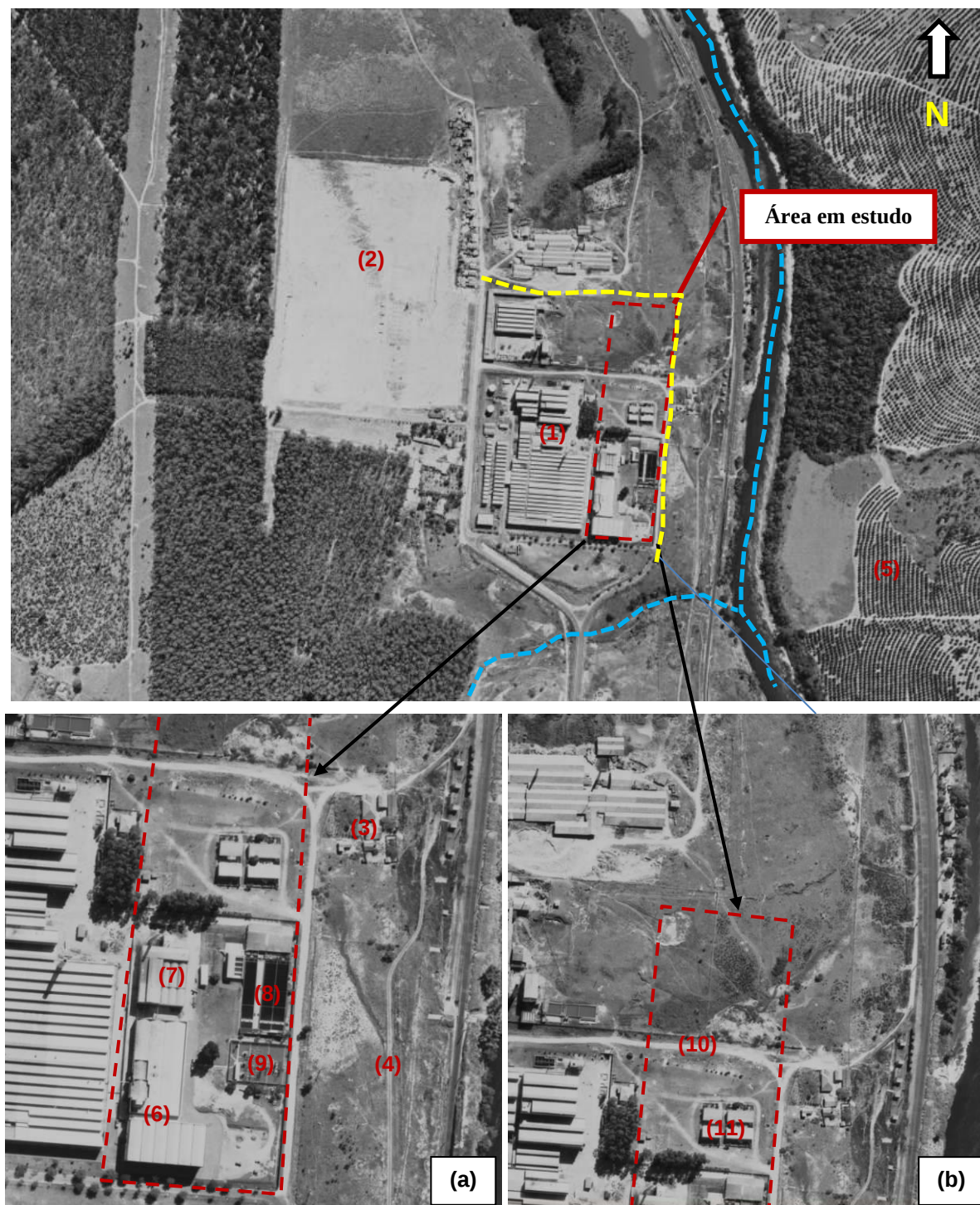
A Figura 1 contempla a fotografia aérea de 1969 disponibilizada pela Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-135, com escala original em 1:8.000.

Sob o ponto de vista regional, a região da área de interesse era circundada por grandes extensões de terra sem cobertura vegetal, com vegetação nativa a oeste, e com destaque para o Rio P e um afluente (ambos destacados e tracejados em azul na Figura 1), que estão a aproximadamente 150 m da unidade industrial. Sobre a proteção dos referidos corpos d'água, é possível constatar que as suas matas ciliares não estão preservadas na correta dimensão. A leste do Rio P, também é verificada a prática de agricultura em grande escala produtiva. Ainda, através da Figura 1, que mostra a fotografia aérea de 1969, faz-se as seguintes observações:

- Tem-se a presença de estruturas da fábrica de celulose além da área de estudo, como observado em (1), porém, como será visto mais a frente, o quantitativo destas edificações é menor aos existentes atualmente.
- Em (2), tem-se um indicativo de remoção da vegetação para a expansão das atividades da unidade industrial.
- No entorno da área, tem-se a presença de residências, como visto em (3).
- Em (4), notas a ausência da Avenida X (tracejado em amarelo), mostrando que o acesso era realizado via as pequenas estradas vicinais.
- Ademais, as plantações em grande escala eram constantes no período, visualizado em (5).
- Quanto à área específica do estudo, em zoom nas Figuras 1(a) e 1(b) observa-se o seguinte:
 - O layout da área pode ser visto em (6), onde localizava-se o prédio de celulose e galpão de produtos.
 - A fábrica de sulfureto é visualizada em (7).
 - Estação de Tratamento de Água (ETA) em (8).
 - A localização da subestação, contígua à ETA e em menor porte, pode ser vista em (9).

- No detalhe em (b), verifica-se que na parte norte da área não havia qualquer ocupação, existindo apenas uma estrada de terra local em (10) e pequenas edificações em (11).

Figura 1. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1969.



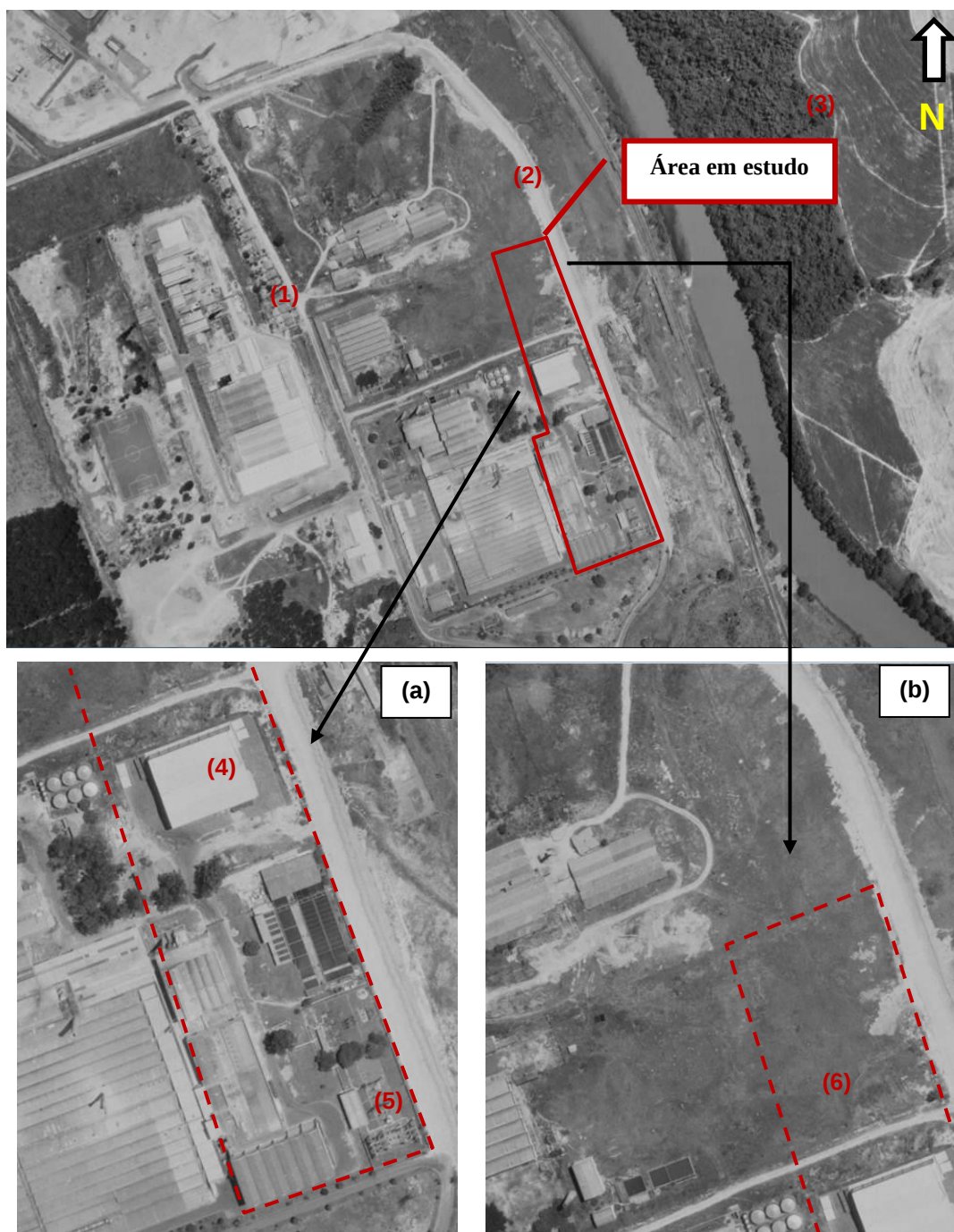
Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1969. Escala original 1: 8.000.

6.2.2. Fotografia aérea de 1977

A Figura 2 contempla a fotografia aérea de 1977 adquirida na Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-356, com escala original em 1:8.000. Através da Figura 2, faz-se as seguintes observações:

- Verificou-se um aumento considerável em estruturas industriais, como visto em (1).
- Com relação às vias de acesso principais, observa-se em (2) que a Avenida X, encontra-se mais delineada.
- As plantações agrícolas permanecem com as mesmas dimensões, conforme identificação em (3).
- No extremo norte da área, observou-se que houve maior supressão de vegetação no entorno da área, com a presença de grandes áreas de solo exposto.
- Na parte sul da área alvo de estudo, no detalhe em (a), nota-se a construção do galpão de matéria prima e atual início de produção em (4), e aumento das estruturas da subestação em (5).
- A porção norte da área alvo (detalhe em b) permanecia sem ocupação, apenas com via de acesso local, como visto em (6).

Figura 2. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1977.



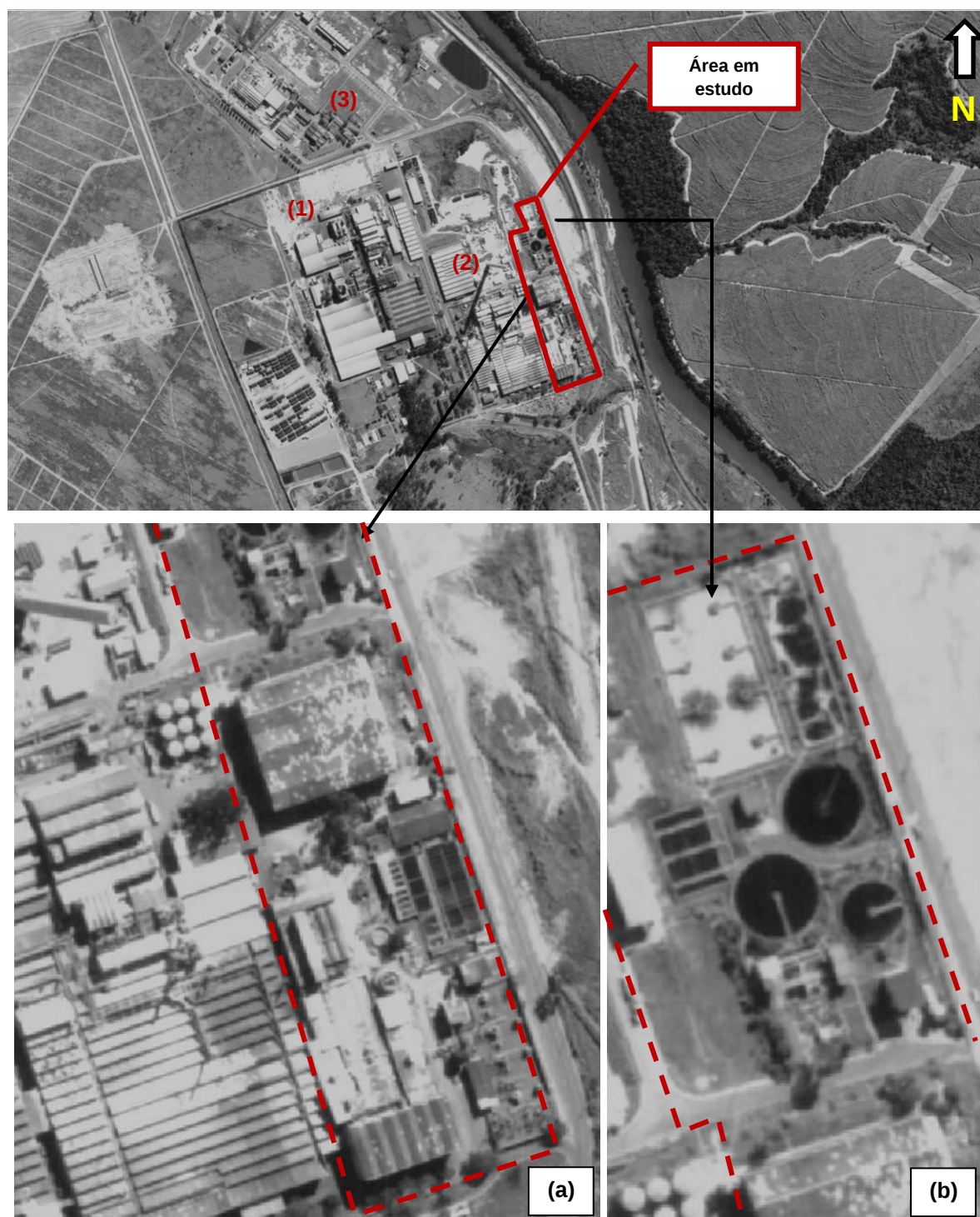
Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1977. Escala original 1:8.000.

6.2.3. Fotografia aérea de 1995

A Figura 3 contempla a fotografia aérea de 1995 adquirida na Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-554, com escala original em 1:25.000. Através da Figura 3, faz-se as seguintes observações:

- O entorno da área de estudo apresenta-se com um elevado adensamento industrial, com grandes recortes de terrenos, que pode ser para novas construções.
- A leste da área alvo do estudo, o rio P permanece inalterado, sem grandes mudanças em sua dimensão e sem registros de assoreamento, tampouco aumento da sua mata ciliar.
- O condomínio industrial ao qual a área de estudo está inserida já apresentava características semelhantes às atuais, com a Empresa X em (1) e demais plantas da Empresa Y em funcionamento, identificadas em (2).
- A noroeste também são observadas novas ocupações industriais em (3).
- Quanto à área alvo do estudo, no detalhe (a), verifica-se que a subestação foi ampliada, em (4), em comparação com o ano de 1977 com *layout* igual ao cenário atual. Em (b), é possível observar as estruturas da estação de tratamento de efluentes da *Indústria I*, com decantadores e aeradores, principalmente.

Figura 3. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1995.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1995. Escala original: 1:25.000.

6.2.4. Imagem de Satélite de 2005

A Figura 4 contempla a imagem de satélite de 2005 adquirida no Google Earth®. Na Figura 4 é mostrada toda a região no entorno da área de estudo I. Já a Figura 5 que também

compõe a imagem de satélite referente ao ano de 2005, mostra maior detalhe da delimitação da área de estudo.

Sob o ponto do entorno da área, a leste da área, verifica-se que as atividades agrícolas permanecem na área como já identificado em 1969.

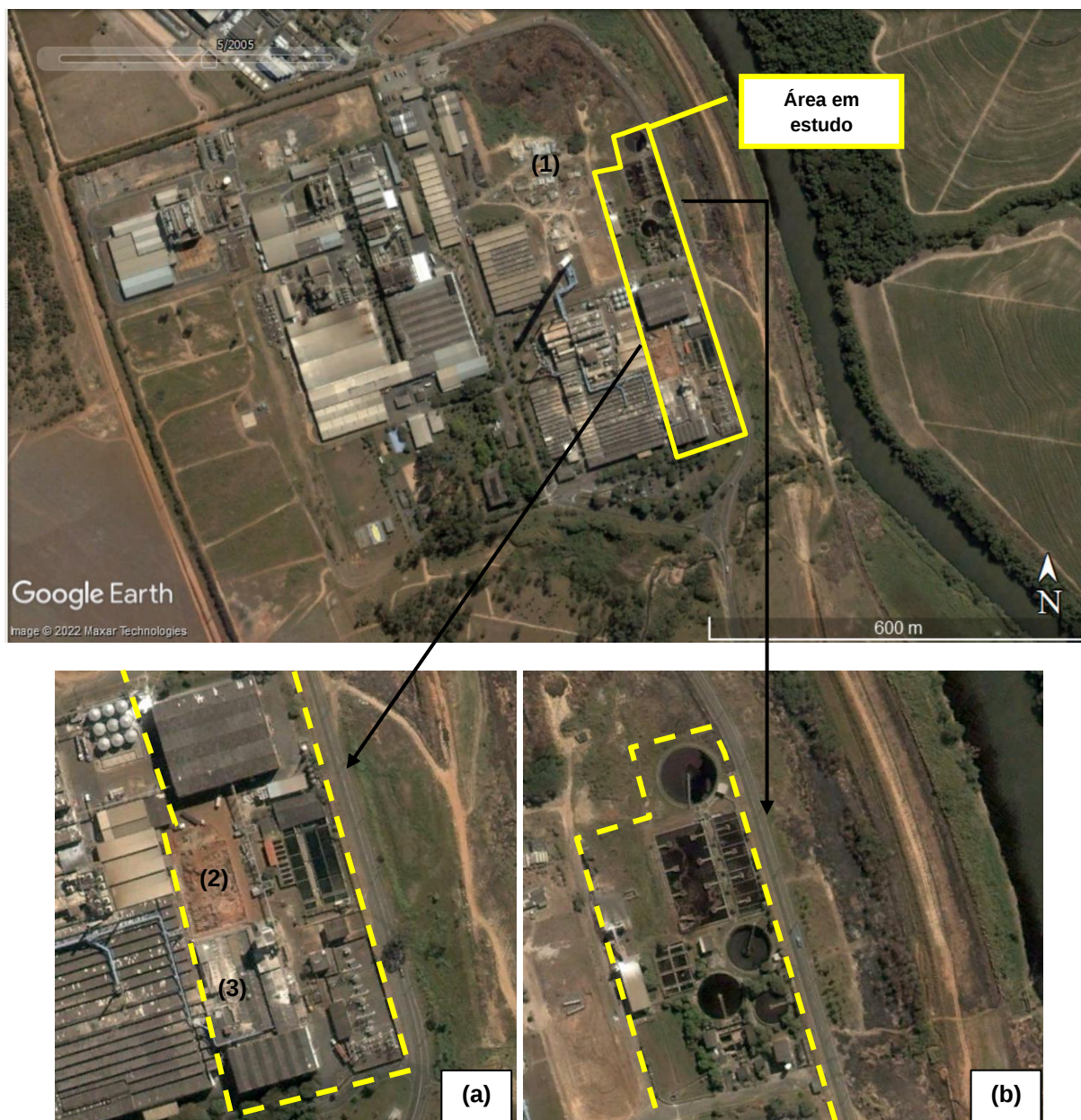
Quanto à preservação do Rio P, a leste da área, verifica-se que as estruturas da área de estudo não estão a uma distância exigida no Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), que considera Área de Preservação Permanente (APP), em zonas rurais ou urbanas, uma faixa de 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura e 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura. Essa constatação foi possível através da utilização do software Google Earth, o qual permite medições nas áreas a serem analisadas, e foi possível verificar que, ao longo da extensão do Rio P, sua largura variou entre 40 e 70 m. Dessa forma, mesmo que a legislação seja após a construção da indústria e ao ano desta fotografia aérea (2005), observa-se que esta distância é crítica, pois a área de estudo é com potencial de contaminação está a 30 metros da APP.

Figura 4. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2005.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2005.

Figura 5. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2005.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2005.

Ainda, em relação à Figura 5, que faz referência ao ano de 2005, observa-se o seguinte:

- Construções residenciais em (1).
- Quanto à área alvo de estudo, no detalhe em (a), é possível observar que a fábrica de sulfureto foi demolida, como visto em (2), e a respectiva área encontrava-se sem estruturas, para início da construção do prédio administrativo, da área de tancagem e do galpão secundário de produtos acabados.

- Demais estruturas da porção sul da área não registraram alterações em relação à fotografia de 1995, excetuando o telhado do prédio produtivo, localizado em (3), que apresentou cobertura diferente na edificação. Na região da estação de tratamento de efluentes (b), não são verificadas alterações em comparação ao ano de 1995.

6.2.5. Imagem de Satélite de 2016

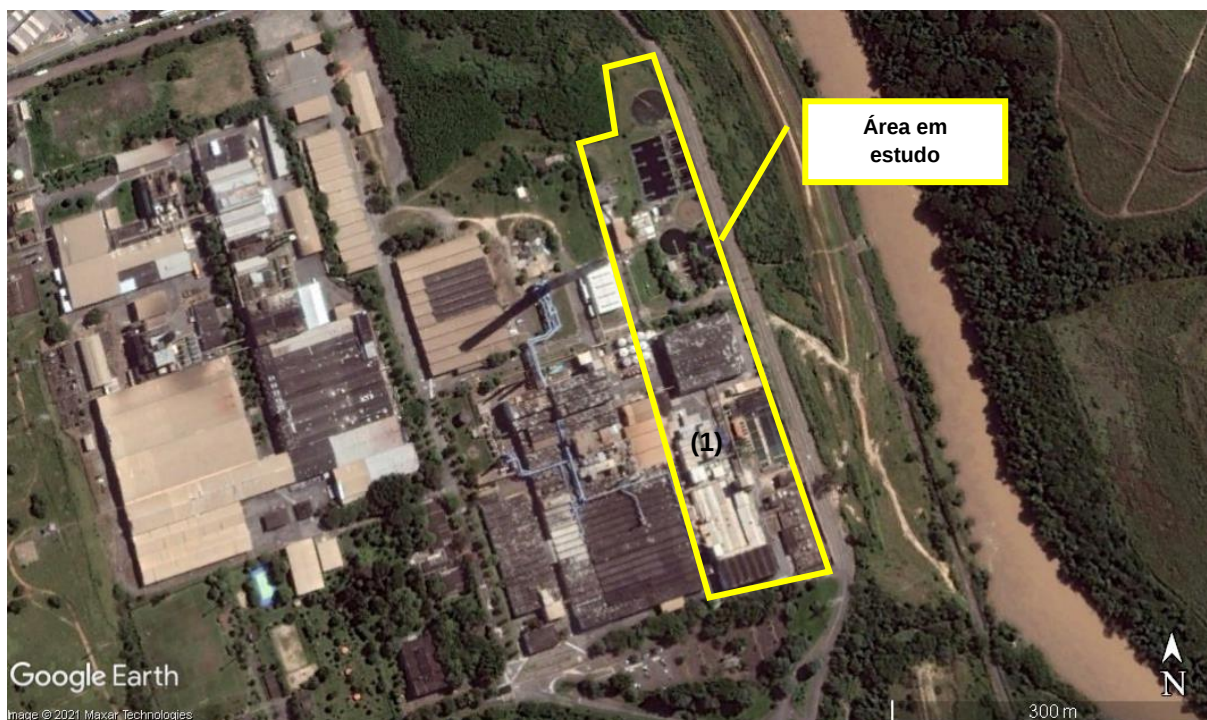
A Figura 6 contempla a imagem de satélite de 2016 adquirida no Google Earth®, com escala variável. Na Figura 6 é mostrada toda a região no entorno da área de estudo I, onde, considerando o contexto de entorno da área, verificou-se que não houve alteração em relação ao ano de 2005. Já a Figura 7 que também compõe a imagem de satélite referente ao ano de 2016, mostra maior detalhe da delimitação da área de estudo. Neste detalhe da área de estudo, é possível verificar a finalização da construção do prédio administrativo, área de tancagem e galpão secundário de produtos acabados (1). As demais estruturas não registraram alterações, correspondente à atual configuração da área.

Figura 6. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2016.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2016.

Figura 7. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2016.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2016.

6.3. Discussões acerca da área de estudo I

A partir do histórico de fotografias aéreas e imagens de satélite, ferramentas tais utilizadas na etapa de avaliação preliminar, no processo de gerenciamento de áreas contaminadas, foi possível identificar alterações significativas tanto no entorno quanto da área alvo de estudo, tais quais não foram obtidas através de entrevistas e documentos disponibilizados pela Indústria I.

Um ponto importante, para a identificação de uma área potencial, é que na evolução histórica das fotografias entre os anos de 1969 e 1995 é possível confirmar a localização da antiga fábrica de sulfureto, a qual foi desmobilizada entre 1995 e 2005, visto que suas estruturas estão ausentes na Figura 5, referente ao ano 2005.

Assim, foi possível delimitar a região que compreende à antiga fábrica de sulfureto, como uma eventual área fonte. Isto é importante, porque torna-se mais eficaz o direcionamento para a próxima etapa do gerenciamento das áreas contaminadas, que é a investigação confirmatória, visto que quanto menor a quantidade de informações, maiores são as incertezas e a necessidade de expansão da malha a ser investigada. Nessa futura etapa foi considerado o

grupo analítico VOC (Compostos orgânicos voláteis), SVOC (Compostos orgânicos semivoláteis), série nitrogenada e Ânions, relacionados às atividades da antiga fábrica de sulfureto.

Considerando o levantamento dos dados do meio físico na região e entorno, a avaliação das fotografias aéreas e imagens de satélite colaborou para obtenção de informações no que se refere à presença de possíveis rios, córregos, nascentes e áreas de preservação, como especificado a seguir:

- ✓ As fotografias aéreas disponíveis registraram que o entorno imediato da área de estudo já não apresentava qualquer cobertura vegetal, a qual foi registrada em 1969 (Figura 1) a uma distância acima de 300 metros a partir do limite da unidade, aproximadamente. Esses exemplares arbóreos foram suprimidos ao longo dos anos, conforme visualizado nas fotografias subsequentes;
- ✓ Desde o primeiro registro de 1969 (Figura 1), já foi possível observar que o Rio P tinha sua porção de Área de Preservação Permanente afetada, em especial na sua margem a oeste do corpo d'água;
- ✓ No entorno também se notou que, ao longo dos anos, a atividade agrícola era intensa na região, mas, devido a sua distância dos limites da área em estudo, acredita-se ser remota a interferência nas características do solo e água subterrânea locais. No entanto, para a elaboração do Plano de Investigação Confirmatória, foram consideradas as Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) relacionadas a possíveis agrotóxicos e fertilizantes (metais, pesticidas, série nitrogenada e íons) no elenco analítico a montante da área de estudo, em virtude do longo período dessa atividade, que fora confirmado a partir da avaliação das fotografias aéreas e imagens de satélite.

No que se refere à ocupação na vizinhança, a partir das fotografias aéreas e imagens de satélite, pode-se destacar:

- ✓ As informações a respeito de possíveis alterações e histórico da vizinhança era desconhecida pelos entrevistados e não havia registros em documentos;
- ✓ A avaliação das fotografias aéreas foi essencial na busca de informações de possíveis atividades potenciais que tivessem ocorrido apenas no passado e que trouxessem riscos de contaminação à área de estudo;

- ✓ Avaliando o material coletado, desde o primeiro registro em 1969 (Figura 1) verificou-se que já havia instalada na vizinhança outras indústrias do condomínio industrial, no entanto, em menor escala;
- ✓ Ao comparar os intervalos 1969 – 1977 (Figuras 1 e 2) e 1977 – 1995 (Figuras 2 e 3), ambos registraram os maiores adensamentos de ocupação industrial no condomínio. No entanto, não foram verificadas visualmente grandes alterações de *layout* em comparação ao *status* atual de disposição desses empreendimentos;

Perante esses apontamentos, em conjunto com a coleta de informações das atividades poluidoras do entorno em vistas ao órgão da CETESB (Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB e vistas aos processos na agência), foi possível confirmar que há uma área potencial de contaminação dentro da propriedade, para metais e solventes halogenados, cuja atividade se mantém desde os registros fotográficos de 1977 até hoje. Visto o longo período de atuação da empresa vizinha, essa informação colaborou para a definição de mais uma Área Fonte na unidade, bem como a sugestão de instalação de uma maior malha de poços de monitoramento próximo a esta localidade, de forma a verificar a interferência dessa contaminação na área em estudo.

7. ESTUDO DE CASO II

7.1. Informações sobre a área de estudo II

A área de estudo II encontra-se em uma região de Zona Mista (ZM) localizada no município de São Paulo, estado de São Paulo. As atividades da unidade industrial, denominada aqui por Indústria II, se iniciaram em 1951, onde está inserida em uma área total de 28.927,42 m², dos quais 19.988,74 m² são de área construída e o restante da área são destinados às atividades ao ar livre.

Conforme os entrevistados, a indústria, desde a sua criação, em 1951, passou por alterações de razão social e incorporou mais áreas adjacentes, porém, o ramo principal, que é a fabricação de artigos de lã de vidro para isolamento térmico e acústico, permaneceu o mesmo.

As principais estruturas identificadas na unidade são: linhas de produção, almoxarifados, setores de tratamento de filtragem da água utilizada no processo de lavagem da

lã, áreas de manutenção, escritórios, setor de estocagem de peças, subestações com transformadores, expedição, fornos da área produtiva e áreas comuns (refeitório e área de lazer).

Atualmente o entorno da área é constituído por ocupação mista, apresentando ocupação residencial e comercial, principalmente. A ocupação residencial se dá principalmente por edifícios e condomínios, ao passo que a ocupação comercial é diversificada em postos de combustíveis, oficina mecânica, restaurantes, shopping center (denominado BII) e centro de distribuição logístico. Por fim, são identificados bens a proteger como o córrego que intercepta a área em estudo.

As análises das fotografias aéreas e imagens de satélite consideraram os limites da área de estudo e seu respectivo entorno de até 500 metros, conforme preconizado pela Decisão de Diretoria nº 38 (CETESB, 2017).

7.2. Estudo das fotografias aéreas e imagens de satélite

Para a análise e estudo da reconstrução histórica da região avaliada da Indústria II, foram utilizadas as fotografias aéreas dos anos de 1958, 1962, 1977 e 1994; e imagens de satélite referentes aos anos de 2002, 2008 e 2012. A escolha das imagens de satélite considerou os momentos históricos que apresentaram alterações de layout significativas para a área de estudo e, simultaneamente, tivesse um intervalo de tempo relevante entre as datas.

7.2.1. Fotografia aérea de 1958

A Figura 8 contempla a fotografia aérea de 1958 disponibilizada pela Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-116, com escala original em 1:15.000.

Figura 8. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1958.



Fonte: Site Geoportal – Memorial Paulista. Ano 1958. Disponível em: <https://www.geoportal.com.br/memoriapaulista/>.

Através da Figura 8, que mostra a fotografia aérea de 1958, faz-se as seguintes observações quanto ao entorno:

- Ao analisar o entorno da área, é possível observar que a noroeste (1) a empresa farmacêutica AII já se encontrava instalada;
- O atual local do shopping BII era ocupado por outras construções (2) de atividade desconhecida, assim como notado em (3), com ocupação possivelmente industrial;
- Sobre as áreas verdes, elas são identificadas nos limites da área em estudo (4);
- As demais regiões do entorno da área de estudo já se encontravam adensadas, sendo a ocupação aparentemente residencial/comercial;
- Pela fotografia aérea, não é possível verificar corpos d'água na região do entorno, tampouco as características topográficas.

Na Figura 9, há ênfase na delimitação de área de estudo, cujo recorte foi feito considerando a mesma fotografia aérea da Figura 8. Assim, quanto à parte específica da Indústria II, referente ao ano de 1958, faz-se as seguintes observações:

- Pode-se observar que a área de estudo que à época pertencia à Indústria C-II, já se encontrava parcialmente edificada, com as seguintes estruturas, cuja interpretação foi auxiliada junto às antigas plantas da unidade: produção (1), edificação sem uso identificado, não pertencente ainda à então proprietária C-II (2), setor antipoluição (3), prédio do atual refeitório (4), antiga oficina de manutenção (5), armazéns de produtos e matérias-primas;
- Em adicional, algumas estruturas com uso não informado também foram identificadas (6);
- O córrego que intercepta a área de estudo (tracejado em azul) não é facilmente visualizado nessa Figura, de forma que não é possível obter informações se encontrava-se já canalizado ou não nesse período histórico.

Figura 9. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1958.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1958. Escala original 1:15.000

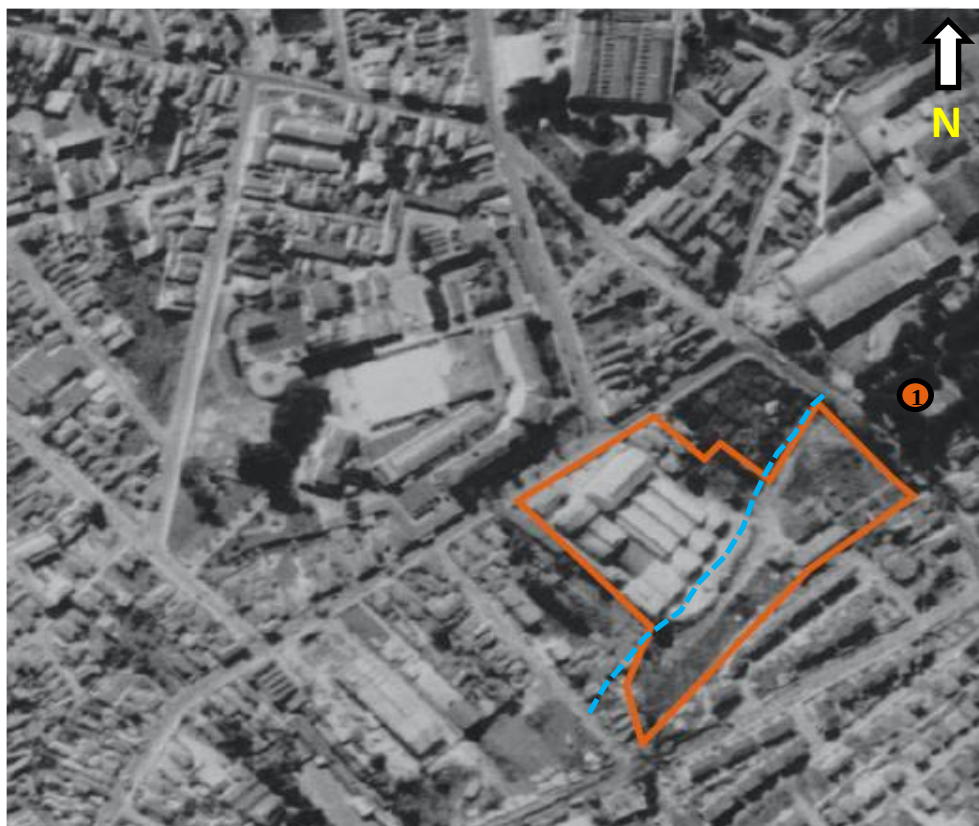
7.2.2. Fotografia aérea de 1962

A Figura 10 contempla a fotografia aérea de 1962 disponibilizada pela Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-166a, com escala original em 1:40.000.

Sobre o entorno da área (Figura 10), referente ao ano de 1962, faz-se as seguintes observações:

- Nota-se um adensamento de construções nas proximidades à área objeto de estudo, em comparação com a fotografia de 1958 (Figura 8), cujo aumento se deu principalmente por novas residências e estabelecimentos comerciais;
- Na parte leste da área de estudo, identificada como (1) na Figura 10, é possível evidenciar que houve redução de cobertura vegetal, favorecendo as construções comerciais.

Figura 10. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1962.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1962. Escala original 1:40.000.

Através da Figura 11, que é um detalhamento da Figura 10, faz-se as seguintes observações sobre a área específica da Indústria II, no ano de 1962:

- Há um adensamento de construções no interior da área objeto de estudo, em comparação com a fotografia aérea de 1958 (Figura 9);
- De acordo com as características das edificações, nota-se a ampliação/reforma do prédio central produtivo (1) e a presença de uma estrutura próximo ao limite a norte da área (2), a qual infere-se, pela sombra, ser um tanque que, pelos registros históricos, pode ser o de óleo BPF (Baixo Ponto de Fusão) que era usado nas caldeiras;
- Na porção nordeste da área (3), as pequenas edificações presentes no registro anterior não foram mais identificadas;
- As demais áreas, na porção sul da área (4), não apresentaram mudanças significativas em relação ao registro fotográfico anterior
- O córrego que intercepta a área de estudo (tracejado em azul) não é facilmente visualizado na Figura 11, de forma que não é possível obter informações se encontrava-se já canalizado ou não nesse período histórico.

Figura 11. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1962.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1962. Escala original 1:40.000.

7.2.3. Fotografia aérea de 1977

A Figura 12 contempla a fotografia aérea de 1977 disponibilizada pela Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-292, com escala original em 1:40.000. Através da Figura 12, faz-se as seguintes observações:

- O layout da área de estudo já apresenta mais estruturas em comparação ao ano de 1962, pois nota-se a presença do prédio atualmente denominado “Central Geradora”, em (1), o tanque de GLP (2), e o galpão de armazenagem de produtos acabados (3);
- Em (4), são identificadas movimentações e algumas estruturas sobre o solo, prováveis obras de terraplanagem, mas não é possível afirmar com exatidão quais são;
- É possível observar, ainda, que o córrego (tracejado em azul na área em estudo) já estava canalizado na porção sudoeste da área (5), bem como tamponado na região central (6), dentro da área de estudo;

- O entorno da área apresenta maior adensamento residencial/comercial em comparação ao último registro fotográfico, com destaque para a porção leste, que aparenta se preparar para a construção do condomínio residencial (7).

Figura 12. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1977



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1977. Escala original 1:40.000.

7.2.4. Fotografia aérea de 1994

A Figura 13 contempla a fotografia aérea de 1994 disponibilizada pela Base Aerofotogrametria, referente ao voo Obra-550, com escala original em 1:25.000.

Através da Figura 13, referente ao 1994, faz-se as seguintes observações sobre o entorno da área:

- O limite da área em estudo encontrava-se todo preenchido por edificações comerciais (1), industriais (2) e residenciais (3);
- Em (4), as atividades não eram conhecidas, no entanto, pelas edificações, infere-se que sejam atividades comerciais/industriais, instaladas no local, já presentes desde os registros de 1958 (Figura 8).

Através da Figura 14 (detalhamento da Figura 13), que mostra a fotografia aérea de 1994, faz-se as seguintes observações específicas da Indústria II:

- Dentro da área de estudo nota-se um adensamento nas edificações. As principais construções identificadas foram: Galpão vinílico de produtos acabados (1), o qual armazenava calhas como produto antigamente produzido no local; depósitos de produtos inflamáveis (2); tanques aéreos de produtos químicos (3) que, conforme registros históricos, armazenavam fenol e outros não relatados; Galpão de armazenagem de insumos (4), pátio central com estacionamento de caminhões para carga (5); e Galpão “LBQ (Linha Branca Quente)” (6), para produção e estoque de produtos acabados;
- As estruturas identificadas em (7), pelos registros de plantas e informações obtidas em entrevistas, correspondiam ao Filtro Prensa e aos Tanques de reagentes da ETE (Estação de Tratamento de Efluentes).

Figura 13. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1994.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1994. Escala original 1:25.000.

Figura 14. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 1994.



Fonte: Base Aerofotogrametria S.A. Ano 1994. Escala original 1:25.000.

7.2.5. Imagem de Satélite de 2002

A Figura 15 contempla a imagem de satélite de 2002 adquirida no Google Earth®, com escala variável. Através desta Figura 15, faz-se as seguintes observações:

- Percebe-se que o layout da área de estudo não apresentou mudanças significativas em comparação ao ano de 1994, sendo verificada apenas a inclusão da atual área de resíduos (1), permanecendo apenas um tanque aéreo de fenol, confirmado pela planta da área disponibilizada, datada de 2005;
- Já no entorno da área, nota-se que a área do atual shopping e antigos galpões industriais/comerciais estava desprovida de edificações (2);
- Em (3), também foram identificados prédios residenciais, local que foi ocupado por edificações comerciais/industriais, conforme visualizado em registros anteriores;
- Nas demais regiões do entorno não foram encontradas mudanças significativas de *layout*.

Figura 15. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2002.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2002.

7.2.6. Imagem de Satélite de 2008

A Figura 16 contempla a imagem de satélite de 2008 adquirida no Google Earth®, com escala variável. Através da Figura 16, faz-se as seguintes observações:

- É possível constatar que a área em estudo apresenta o layout bastante similar ao atual;
- Em comparação ao registro fotográfico anterior de 2002, nota-se que os tanques de fenol e óleo BTE (Baixo Teor de Enxofre) foram desmobilizados (1) e a área de armazenamento de resíduos foi coberta (2).

Figura 16. Delimitação da área de estudo e destaque aos principais pontos de interesse – ano 2008.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2008.

7.2.7. Imagem de Satélite de 2012

A Figura 17 contempla a imagem de satélite de 2012 adquirida no Google Earth®, com escala variável. Através da Figura 17, faz-se as seguintes observações:

- É possível evidenciar que a indústria localizada no limite a noroeste da área em estudo (1), a antiga empresa farmacêutica, estava em processo de desmobilização;
- Nas demais regiões do entorno não foram identificadas mudanças significativas em comparação ao registro anterior, assim como no layout da área em estudo.

Figura 17. Visão geral da região da área de estudo I – Imagem de Satélite 2012.



Fonte: Imagem de Satélite do Google Earth. Ano 2012.

7.3. Discussões acerca da área de estudo II

A partir do histórico de fotografias aéreas e imagens de satélite, ferramenta utilizada na etapa de avaliação preliminar, no processo de gerenciamento de áreas contaminadas, foi possível identificar alterações significativas tanto no entorno quanto da área alvo de estudo, cujas informações estiveram limitadas a partir das entrevistas e documentos disponibilizados pela Indústria II.

Para a execução da Avaliação Preliminar da área de estudo II, muitas lacunas foram verificadas na busca da reconstrução histórica, por ser um longo período de ocupação e também pela indústria não conter colaboradores antigos na unidade que pudessem compartilhar dos acontecimentos históricos que pudessem evidenciar impactos ao meio ambiente.

Apesar de ter sido feita vistas aos processos inerentes à área junto ao órgão ambiental CETESB, os registros disponíveis eram a partir de 1977, ou seja, aproximadamente 20 anos após a primeira fotografia aérea disponível da unidade. Dessa forma, a verificação das fotografias aéreas foi de suma importância e a única fonte de informação na reconstrução histórica entre os anos de 1958 e 1977 (Figuras 8 e 12, respectivamente).

A disponibilidade de fotografias aéreas e imagens de satélite a partir de 1958 (Figura 8) pôde confirmar que a área de estudo é alvo de ocupação há pelo menos 64 anos, com foco principal no atual ramo de atividade.

Informações como a localização exata dos antigos tanques BTE e caldeiras, não haviam sido disponibilizadas em documentos e eram desconhecidas pelos entrevistados. Assim, a verificação das fotografias aéreas e imagens de satélite puderam direcionar quanto à identificação com exatidão dessas Áreas Fonte e direcionar o Modelo Conceitual e Plano de Investigação, a partir da definição dos pontos a serem investigados e elenco analítico a ser analisado nas amostras coletadas de solo e água subterrânea, na posterior etapa de Investigação Confirmatória. Para os tanques BTE e caldeiras, o elenco analítico focou em amostragens de solo para os parâmetros Metais, VOC (Compostos orgânicos voláteis), SVOC (compostos orgânicos semivoláteis) e Hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH).

No que se refere ao levantamento dos dados do meio físico na região e entorno, em especial à presença de possíveis rios, córregos, nascentes e áreas de preservação, a avaliação das fotografias aéreas e imagens de satélite colaborou para obtenção de informações, como especificado a seguir:

- ✓ Foi possível observar que, desde a década de 1970, o córrego que interceptava a área de estudo já se encontrava canalizado;
- ✓ Anteriormente à década de 1970, as fotografias aéreas evidenciaram pequenas porções de cobertura vegetal na área e entorno, reflexo do elevado adensamento ocupacional da região a qual a área de estudo está inserida;
- ✓ As fotografias aéreas e imagens de satélite puderam confirmar que historicamente não houve qualquer preocupação com a preservação da faixa de APP (Área de Preservação Permanente) do córrego que intercepta a área e demais supressões de vegetação no entorno. Apenas no registro de 1994 é verificado, no limite sul do entorno da área de estudo, uma região com cobertura vegetal e exemplares arbóreos, que se trata de um clube de golfe.

A respeito da ocupação na vizinhança, a partir das fotografias aéreas e imagens de satélite, pode-se destacar:

- ✓ Diferente da área de estudo I, a vizinhança da área de estudo II foi alterando a sua ocupação de industrial para residencial e comercial, de acordo com as percepções visuais nos registros fotográficos disponibilizados;
- ✓ A avaliação das fotografias aéreas evidenciou um elevado adensamento ocupacional no entorno desde o primeiro registro disponível de 1958. Em especial, a ocupação da indústria farmacêutica na vizinhança limítrofe da área já pôde ser observada desde a fotografia de 1958 e desmobilizada entre os anos de 2002 e 2012, ou seja, uma ocupação de pelo menos 44 anos;
- ✓ Visto que não havia informações pelos entrevistados no que tange à ocupação da vizinhança, exceto a confirmação de que havia tido a indústria farmacêutica na região (sem detalhamento do período de operação), as demais constatações adquiridas pela avaliação das fotografias aéreas e imagens de satélite foram essenciais para a reconstrução histórica de ocupação da vizinhança.
- ✓ Os dados da vizinhança obtidos através dessas análises foram confrontados com as informações obtidas junto às vistas ao órgão da CETESB (Cadastro de Áreas Contaminadas da CETESB e vistas aos processos na agência);
- ✓ A partir disso, foi possível confirmar o risco de contaminação da antiga farmacêutica na área de estudo (contaminação confirmada dentro e fora da propriedade), para as substâncias solventes halogenados;

- ✓ Visto o longo período de atuação da empresa vizinha, conforme visualizado nas fotografias aéreas, essa informação colaborou para a definição de mais uma Área Fonte na unidade, bem como a sugestão de instalação de uma maior malha de poços de monitoramento próximo a sua localização, de forma a verificar a interferência dessa contaminação na área em estudo.

8. CONCLUSÕES

O presente estudo apresentou a evolutiva histórica de preocupação ambiental a nível estadual, nacional e mundial, em especial do gerenciamento de áreas contaminadas a partir do uso e ocupação do solo das mais diversas atividades antrópicas, com destaque para as atividades industriais.

É notória a evolução dessa preocupação, a qual colaborou para a inserção de diretrizes, normas e práticas focadas no gerenciamento de áreas contaminadas, a iniciar pela Avaliação Preliminar, que faz uso de diversos instrumentos, técnicas e ferramentas de auxílio na captura de informações sobre uma determinada área em avaliação que possa estar ou ter impactado o meio ambiente a partir de suas atividades atuais e/ou pretéritas. Dentre as ferramentas, esse estudo enfatizou a análise da contribuição da utilização das fotografias aéreas multitemporais e imagens de satélite na reconstrução histórica da área em estudo nos trabalhos de Avaliação Preliminar, conforme preconizado nas legislações estadual e federal, de maneira a preencher lacunas de informações históricas obtidas via entrevistas e análise documental.

Foram apresentados 02 (dois) estudos de caso em diferentes municípios e com distintas atividades e períodos de atuação. Nesses estudos estão contempladas imagens aéreas e fotografias multitemporais que auxiliaram na compreensão da evolução da paisagem e no planejamento/atividades de uso e ocupação do espaço.

Diante do exposto, é notória a contribuição positiva na utilização das fotografias aéreas e imagens de satélite nos estudos de Avaliação Preliminar da área alvo do estudo, não somente para a reconstrução história de uso e ocupação do solo local, mas também na visualização ao longo do tempo de áreas com bens a proteger, aspectos do meio físico e eventos importantes e possíveis existências de riscos sob o ponto de vista ambiental.

Através do uso dessas ferramentas, é notório os benefícios desse material para a identificação da evolução histórica quanto ao uso e ocupação do solo no local a ser investigado, evidenciando as principais alterações e indicando lacunas de informações que colaboraram para o objetivo final de avaliar e apresentar fontes potenciais de contaminação, considerando os bens a proteger também levantados em conjunto com a análise desse material.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR15515. **Passivo Ambiental em Solo e Água Subterrânea. Parte 1: Avaliação Preliminar.** Rio de Janeiro: 2021.

BOSCOV, M. E. G. **Geotecnia Ambiental.** Oficina de Textos. São Paulo. 248p. 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 273, de 29 de novembro de 2000.** Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 2000. 10p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. 16p.

CANARIO, P. G. **Processo de Investigação de Áreas Contaminadas no Brasil: Análise Crítica e Estudo de Caso.** 2018. 1202f. Tese (Mestrado em Sistema de Infraestrutura Urbana) – Centro de Ciências Exatas Ambientais e de Tecnologias. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas.

CANARIO, P. G. G; BETTINE S. C. **Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil: Uma Análise Crítica.** Revista Geociências – UNESP. São Paulo, 2020. Artigo Científico. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/13180>. Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

CARVALHO, E. A.; ARAÚJO, P. C. **Leituras cartográficas e interpretações estatísticas II** / EDUFRN – Unidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, RN. 244 p. 2009.

CHIOSSI, N. J. **Geologia de engenharia.** Oficina de Textos. 3. ed. São Paulo. 424p. 2013.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Decisão de Diretoria nº 038/2017/C, de 07 de fevereiro de 2017.** São Paulo: CETESB, 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2014/12/DD-038-2017-C.pdf>>. Acesso em: 12 de setembro de 2021.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas.** São Paulo: Cetesb/GTZ, 1999.

Environmental Protection Agency of United States – EPA. **Superfund: CERCLA Overview**. Estados Unidos, 2022. Disponível em: <https://www.epa.gov/superfund/superfund-cercla-overview>. Acesso em: 16 de janeiro de 2022.

European Environmental Agency – EEA. **Agência Europeia do Ambiente (AEA) – Em Síntese**. União Europeia, 2022. Disponível em: https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/institutions-and-bodies-profiles/eea_pt. Acesso em: 16 de janeiro de 2022.

GRIMSKI, D. **Revitalização de áreas degradadas e contaminadas na Alemanha e na Europa**. In: RODRIGUES, D.; ALVES, F. E.; NUMA, S. H. Remediação e Revitalização de Áreas Contaminadas. São Paulo: Signus Editora, 2004.

HERCULANO, S. **Justiça Ambiental: de Love Canal à Cidade dos Meninos, em Uma Perspectiva Comparada**. Publicado em Justiça e Sociedade: temas e perspectivas. Marcelo Pereira de Mello (org.) São Paulo: LTr, 2001, pp. 215 – 238. Disponível em: https://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/JUSTI%C3%87A_AMBIENTAL_de_Love_Canal__v5_%C3%A0_Cidade_dos_Meninos.pdf. Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Conceitos Gerais – Aerofotogrametria**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/aerofotogrametria.html>. Acesso em: 05 de setembro de 2021.

IWAI, O. K. **Mapeamento do uso do solo urbano do município de São Bernardo do Campo, através de imagens de satélites**. 2003. 140 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica. Universidade de São Paulo, São Paulo.

MARTILDES, J. A. L. **Variação volumétrica de aterro sanitário por meio de levantamento topográfico convencional e técnicas de aerofotogrametria**. 2021. 60f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.

MOURA, A. A. A.; CAFFARO Filho, R. A. **Panorama do Gerenciamento de Áreas Contaminadas no Brasil após A Resolução CONAMA 420/09**. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. 2015, Artigo Científico.

PANIZZA, A. C; FONSECA, F. P. **Técnicas de Interpretação Visual de Imagens**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 30, pp. 30 - 43, 2011. Artigo Científico.

PAREDES, E. A. **Introdução à Aerofotogrametria para Engenheiros**. Volume 1. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPQ e Conselho Estadual de Ciência e Tecnologia – CONCITEC. Brasília / Maringá. 493p. 1986.

PINHEIRO Jr, N. X. **Aplicação de produtos fotogramétricos no estudo da expansão urbana no bairro vila nova em Joinville/SC**. 2009. 92f. Tese (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Centro Tecnológico. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

PLANALTO. **Código Florestal Brasileiro** – Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, Planalto, 2012 (Atualização). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 15 de janeiro de 2022 c.

PLANALTO. **Política Nacional do Meio Ambiente** - Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Brasília, Planalto, 2010 (Atualização). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 01 de setembro de 2021.

PLANALTO – Agência Espacial Brasileira. **Imagens de Satélite**. Brasília, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/aeb/pt-br/programa-espacial-brasileiro/aplicacoes-espaciais/imagens-de-satelites#:~:text=Uma%20imagem%20de%20sat%C3%A9lite%20%C3%A9,ou%20de%20parte%20da%20Terra.&text=A%20imagem%20de%20sat%C3%A9lite%20%C3%A9,%E2%80%9Cm%C3%A1quinas%20fotogr%C3%A1ficas%E2%80%9D%20dos%20sat%C3%A9lites>. Acesso em: 15 de setembro de 2021.

PLANALTO. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 16 de janeiro de 2022.

RODRIGUES, D. A. GALLARDO, A. L. C. F. **Vantagens da Aerofotogrametria Por Drone na obtenção de Dados Topográficos em estudos de Lixões e Aterros Sanitários**. Anais do VII SINGEP (Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade). São Paulo: 2018. Disponível em: <http://www.singep.org.br/7singep/resultado/209.pdf>. Acesso em: 16 de janeiro de 2022.

ROSALEN, D. L. **Estudo do Processo de Captação de Imagens Aplicado à Fotogrametria Digital**. 1997. 159f. Tese (Mestrado em Engenharia dos Transportes) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos.

SERPA, R. R. **Gerenciamento de Riscos Ambientais**. Publicado em: Desenvolvimento e Meio Ambiente. Universidade Federal do Paraná: Editora UFPR. p. 101-107. Curitiba, 2002. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/made/article/view/22120/14484>. Acesso em: 15 de janeiro de 2022.

UNICAMP – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Fotogrametria**. Campinas, 2021. Disponível em: <http://www.fec.unicamp.br/~museuLTG/fotogrametria.htm>. Acesso em 10 de novembro de 2021.