



Centro Universitário de Brasília - UNICEUB
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas -
FATECS
Curso: Engenharia Civil

Vanessa Christina Lopes dos Santos Campos

**Contaminação de corpos d'água em Brasília por inflamáveis:
caso do Lago Paranoá**

Brasília
2018

VANESSA CHRISTINA LOPES DOS SANTOS CAMPOS

**Contaminação de corpos d'água em Brasília por inflamáveis:
caso do Lago Paranoá**

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UniCEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientadora: Arquiteta e Urbanista Patrícia C. C. N. de O. Fontoura, Pós Doc.

Brasília
2018

VANESSA CHRISTINA LOPES DOS SANTOS CAMPOS

Possível contaminação de corpos d'água em Brasília por inflamáveis: caso do Lago Paranoá

Trabalho de Curso apresentado como um dos requisitos para a conclusão do curso de Engenharia Civil do UNICEUB - Centro Universitário de Brasília.

Orientadora: Arquiteta e Urbanista Patrícia C. C. N. de O. Fontoura, Pós Doc.

Brasília, 27 de Junho 2018.

Banca Examinadora

Professora Doutora Sc. Patrícia C. C. N. de O. Fontoura

Professor Doutor Sc. Rideci Farias

Professor Especialista João Marcos Souza Costa

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de estar vivendo mais esse momento, Ele que me acalma em momentos de angústias e me guia em momentos de escuridão.

Agradeço aos meus pais Manoel e Cleonice que me ensinaram a não desistir em momentos de dificuldade e acreditam que momentos de dor levam a momentos de crescimento.

Agradeço aos meus irmãos Vinicius e Vivian por sempre acreditarem em mim, pela alegria, paciência e por todos os momentos em que tive que estar ausente.

Agradeço aos meus colegas de Faculdade Rayane Fleury e Pedro Frias por estarem comigo em diversos momentos da graduação.

Agradeço ao UniCEUB por oferecer um curso de tamanha qualidade com profissionais extremamente qualificados.

Agradeço a minha professora orientadora por toda paciência que teve comigo, pela dedicação e segurança que me passou durante a elaboração deste trabalho.

RESUMO

Tendo em vista a crise hídrica que preocupou o país no ano de 2017, é imperativa a reflexão da Engenharia Civil no panorama nacional das medidas tomadas pelas concessionárias de saneamento e abastecimento espalhados pelo território. No estudo realizado, foram abordados aspectos referentes ao Distrito Federal neste panorama: A captação da água do Lago Paranoá pela CAESB para a subsistência da população do Distrito Federal, a possível contaminação específica causada pelo armazenamento errôneo de materiais inflamáveis dos postos de gasolina localizados próximo às margens do Lago Paranoá e os vazamentos e a grandes aquíferos já mapeados e monitorados pela ADASA, 2007; a necessidade da avaliação técnica sobre a qualidade da água disponibilizada aos consumidores de Brasília e seu entorno, além da ausência de tratamento adequado desse material que traz prejuízos tanto para a fauna quanto para a flora. Nesse trabalho, ainda foi possível a detecção dos pontos de poluição, a verificação as normas que regulam o armazenamento subterrâneo de combustíveis e a estimativa dos danos aos consumidores a longo prazo.

Palavras-chave: crise hídrica, contaminação por inflamáveis, gestão ambiental, ADASA.

ABSTRACT

Given the water crisis that troubled the country in 2017, it is imperative to reflect the Civil Engineering in the national panorama of the measures taken by the sanitation and supply concessionaires spread throughout the territory. In the study, aspects related to the Federal District were addressed in this panorama: The capture of Lake Paranoá water by CAESB for the subsistence of the population of the Federal District, the possible specific contamination caused by the erroneous storage of flammable materials of the gas stations located near the Lake of Paranoá and the leaks and large aquifers already mapped and monitored by ADASA, 2007; the need for a technical evaluation on the quality of water available to the consumers of Brasília and its surroundings, and the absence of adequate treatment of this material that damages both fauna and flora. In this work, it was still possible to detect the pollution points, to verify the norms that regulate the underground storage of fuels and the estimation of the damages to the consumers in the long term.

Keywords: contamination by flammable, water crisis, environmental management, ADASA.

SUMÁRIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 9 |
| 2 | OBJETIVOS | 11 |
| 2.1 | <i>Objetivos gerais</i> | 11 |
| 2.2 | <i>Objetivos específicos</i> | 11 |
| 3 | Revisão Bibliográfica | 12 |
| 3.1 | <i>Corpos d'água</i> | 12 |
| 3.2 | <i>Hidrogeologia</i> | 14 |
| 3.2.1 | <i>Bacias</i> | 14 |
| 3.2.2 | <i>Aquífero</i> | 16 |
| 3.3 | <i>Crise Hídrica</i> | 17 |
| 3.4 | <i>Lago Paranoá de Brasília</i> | 19 |
| 3.4.1 | <i>Novas demandas de lazer</i> | 19 |
| 3.4.1.1 | <i>Usos Múltiplos do Lago Paranoá</i> | 19 |
| 3.4.1.2 | <i>Atividade Recreacional</i> | 20 |
| 3.5 | <i>Áreas Contaminadas</i> | 20 |
| 3.6 | <i>Materiais Inflamáveis</i> | 22 |
| 3.7 | <i>Tratamento do material inflamável</i> | 27 |
| 3.8 | <i>Danos causados pela contaminação por inflamáveis</i> | 31 |
| 4 | METODOLOGIA..... | 33 |
| 5 | ANÁLISES..... | 34 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 39 |
| 6.1 | <i>Conclusões</i> | 39 |
| 6.2 | <i>Sugestões para pesquisas futuras</i> | 40 |
| 7 | REFERÊNCIAS..... | 41 |
| Anexo A | | 47 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ANP | Agência Nacional de Petróleo |
| BTEX | Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno, Xilenos. |
| CAESB | Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal |
| CETESB | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente |
| DNAPL | Fase Líquida Não Aquosa Densa - "Dense non-aqueous phase liquid" |
| HPA | Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos |
| HTP | Hidrocarbonetos Totais de Petróleo |
| IBRAM | Instituto Brasília Ambiental |
| LNAPL | Fase Líquida Não Aquosa Leve- "Light non-aqueous phase liquid" |
| NR | Norma Regulamentadora |

1 INTRODUÇÃO

Diante da crise hídrica que a população mundial tem passado, faz-se necessário a preservação de reservatórios subterrânea dada a qualidade da água ali existente, já que pelo processo de infiltração da água pelo solo ocorre o processo de depuração natural, tornando essa água própria para consumo (Silva, 2003).

A contaminação dos solos e de aquíferos por HTPs tem ocorrido comumente devido ao extravasamento de líquidos inflamáveis provenientes de postos de combustíveis. Apesar de esse acidente ambiental ser negligenciado, é importante que se dê atenção para esse fato, pois devido à toxicidade das substâncias que são despejadas, pode-se colocar em risco a saúde humana (Santos, 2009).

Recentemente, foi noticiado que 40% dos postos de combustíveis que operam em Brasília estão com a licença vencida. A resolução CONAMA 420 (Brasil, 2009), que é responsável pelo licenciamento para o funcionamento de postos de combustíveis, obriga aqueles que desejam obter a licença que elaborem um Plano de Controle Ambiental (PCA) que comprove que seu empreendimento não traz danos diretos ao meio ambiente, e se forem comprovados casos de vazamentos que causem contaminação, é obrigatório que medidas de remediação sejam tomadas.

A preocupação a respeito de contaminação da água do Lago Paranoá se dá pela importância que a área tem para a reposição do volume de água extraído dos reservatórios subterrâneos que ali o tangem. Além disso, a população brasiliense é muito dependente do Lago, pois recentemente a CAESB começou a extrair água para a subsistência da população, a maior parte da atividade náutica existente em Brasília é realizada no Lago, bem como pescas, banhos e atividades recreacionais. Nesse trabalho foram mapeados quais são os possíveis pontos de contaminação, quais são os compostos que

compõe os diesel e a gasolina, o comportamento destes em meio saturado, sugerir técnicas de remediação.

A contaminação causada por derivados de petróleo é preocupante dado o alto nível de toxicidade que estes compostos têm, HPA e BTEX, e que são expressamente alertados na NR 7 com valores máximos permitidos dissolvidos no corpo. (NR, 2009). O HPA e o BTEX são compostos que são responsáveis pelo aumento de pessoas com câncer e com doenças degenerativas em regiões que sofrem com acidentes ambientais dessa origem.

Diante da contaminação é necessário que se inicie um tratamento com a tentativa de revitalizar o meio ali existe para que não traga riscos à população que se abastece daquela água. Então a biorremediação *in-situ* se tornou a medida mais economicamente viável, dado o custo da técnica e principalmente a eficácia que ela tem, agindo em diferentes níveis de contaminação.

É necessário que a preocupação com a qualidade da água do Lago Paranoá seja além da balneabilidade. A grande dependência que os brasilienses têm com o Lago Paranoá aumenta a responsabilidade de que outros fatores que podem comprometer não estejam presentes na água.

O presente estudo tem como justificativas a necessidade de utilização da água do Lago Paranoá devido à forte crise hídrica sofrida pelos Brasilienses no ano de 2017 em Brasília, o crescente receio a respeito da qualidade da água, necessidade de segurança hídrica que tem sido alvo de conferências em todo mundo, verificar os níveis de poluição presentes no Lago Paranoá.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

O objetivo geral deste estudo é verificar as possíveis contaminações por materiais inflamáveis da água do Lago Paranoá.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- Mapear possíveis pontos de contaminação da bacia do Lago Paranoá;
- Caracterizar poluentes provenientes de materiais inflamáveis;
- Apresentar tratamento ou remediação dos corpos hídricos contaminados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Corpos d'água

A água tem papel essencial para a sobrevivência humana e para o desenvolvimento da sociedade, mesmo quando se tem consciência que a disponibilidade de água na natureza não tem sido suficiente para atender as demandas requeridas em várias regiões do planeta (HELLER, 2006).

Corpos d'água são conhecidos também como corpos hídricos e são extremamente importantes para a vida no planeta. Segundo a resolução CONAMA Nº 357/2005, os corpos de água em águas doces, salobras e salinas do Território Nacional são classificados segundo a qualidade requerida para o uso (KOB IWAMA, 2008).

Segundo (KOB IWAMA, 2008), existem vários estudos sobre o quantitativo dos tipos de água disponíveis no mundo. Afirma-se que 97,5% da água do planeta estão em mares e oceanos. Os outros 2,5% da água doce existente estão distribuídos em diversos locais. Dessa maneira, é notável que o volume de água doce disponível é pequeno comparado ao volume de água do planeta. A água está distribuída em diversas formas e em diversos locais no planeta Terra, sendo que grande parte dessa água é de difícil acesso. A Figura 1 demonstra a distribuição da água no planeta.

Figura 1 - Distribuição de água no mundo



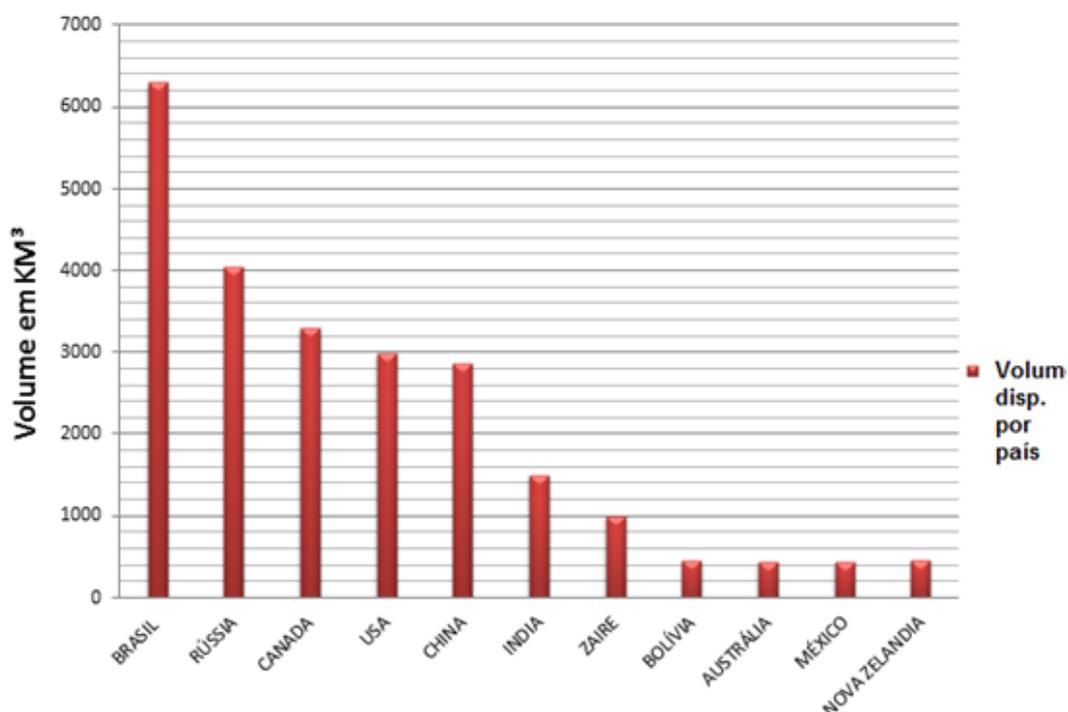
Fonte: Pena

De acordo com a Lei Federal nº 9.433/1997, em seu artigo 12, prevê a outorga ao poder público o direito de derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, bem como a extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo.

A distribuição da água a ser consumida é responsabilidade do Estado, no âmbito de sua competência. Dessa maneira, é importante salientar que cabe ao estado, por meio de suas concessionárias, verificar a qualidade da água a ser disponibilizada aos consumidores, classificando-as em doce, salinas e salobras.

De acordo com a figura 1, de todo o volume de água que temos no globo terrestre, apenas 2,5% do volume de água é doce. Esse volume é distribuído em vários países do globo terrestre. A figura 2 nos mostra a relação entre o volume total disponível em alguns países listados (Km³ por ano).

Figura 2 - Disponibilidade média anual de água para alguns países



Fonte: GLEICK, 1993

Como se pode observar na Figura 2, o Brasil possui a maior disponibilidade de água comparada a todos os outros países. Com isso, surge

a responsabilidade de preservação e conservação do patrimônio natural do país. Em Brasília-DF, existem vários órgãos que são responsáveis pela distribuição de água e tratamento de esgoto e pelo licenciamento ambiental necessário à prestação de serviço que envolva atividades potencialmente poluidoras. A Companhia de Saneamento e Meio Ambiente do Distrito Federal (CAESB) é responsável pelo tratamento de esgoto, pelo controle e distribuição de água potável em todo território do Distrito Federal. Já para o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras a responsabilidade é do Instituto Brasília Ambiental (IBRAM), o qual estabelece critérios a serem seguidos, de maneira que tragam o mínimo de impacto ambiental.

3.2 Hidrogeologia

3.2.1 Bacias

O Brasil possui uma das mais extensas e diversificadas redes fluviais do mundo, divididas em 8 regiões hidrográficas: Bacia Rio Amazônica, Bacia Rio Tocantins, Bacia Atlântico Norte/Nordeste, Bacia Rio São Francisco, Bacia Atlântico Leste, Bacia do Paraná, Bacia Uruguai, Bacia do Atlântico Sudeste.

Figura 3 - Mapa Hidrológico do Brasil

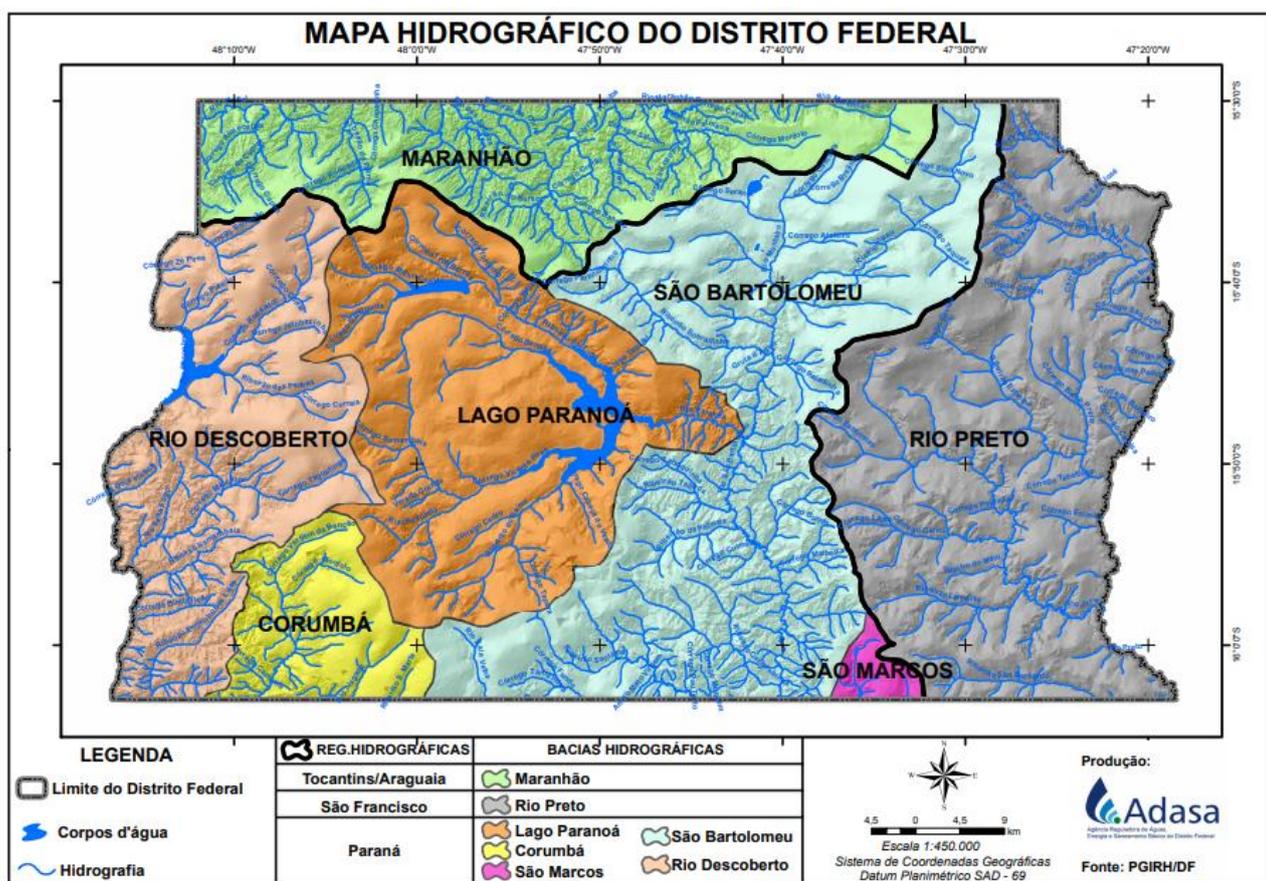


Fonte: ANA, 2018

O Distrito Federal é abastecido por três importantes bacias fluviais do Brasil: Bacia do Paraná, Bacia do São Francisco e a Bacia do Tocantins. Essas anteriormente citadas são subdivididas em sete bacias menores, que são: Maranhão, Rio Descoberto, Corumbá, Lago Paranoá, São Bartolomeu, Rio Preto, São Marcos (BRASIL, 2009), como demonstrado na Figura 4.

A Bacia do Paraná abastece 32% da população brasileira. Ocupa 10% do território nacional. O volume dessa Bacia corresponde a 6,5% do volume total de água do Brasil. A bacia do São Francisco ocupa 8% do território nacional, também conhecido como o rio de integração nacional. Já a bacia Tocantins ocupa 11% do território nacional e são lotadas de acordo com a Figura 4 (BRASIL, 2009).

Figura 4 - Mapa Hidrográfico do Distrito Federal



Fonte: Adasa

3.2.2 Aquífero

Aquífero subterrâneo é uma formação geológica que armazena água. São rochas agrupadas que formam reservatórios subterrâneos de águas e que possuem características de permeabilidade. Dessa maneira, as águas que estão contidas nesses aquíferos extravasam para rios e poços por meio de diferenças de pressões hidrostáticas (OECD, 2014). As águas subterrâneas são fundamentais para o abastecimento público no Brasil (ANA, sd). Apesar desse fato, ignorou-se a ideia e aproveitaram as águas que correm superficialmente, em razão da crise de abastecimento dos últimos anos, que é marcada pelos níveis baixos e alarmantes dos reservatórios.

O potencial dos aquíferos do Brasil se caracteriza por 181 aquíferos e sistemas aquíferos aflorantes, que se dividem em três domínios: fraturados, sedimentar e cárstico (ANA, 2017). Por serem reservas subterrâneas de água que amenizam a percepção de crise hídrica no território, pois iludem com a sensação de fartura. Ao mesmo tempo em que se aumenta a demanda por água, permite-se a extração de água do aquífero e com a extração acima da taxa de recarga provoca um déficit hídrico futuro local e aumenta a vulnerabilidade à contaminação que provém de camadas superiores. Além disso, poluição existente ou proveniente de aterros ou de diversas fontes de contaminantes podem ser lixiviados durante as recargas das águas subterrâneas, que, devido ao grau de importância que o aquífero tem para a subsistência, é crucial pensar em sua preservação, bem como forma de evitar sua contaminação dado a dificuldade de acesso ao volume de água que se encontram nos reservatórios (BARBOSA, 2008).

A exploração dos reservatórios subterrâneos se intensificou desde os primeiros sinais da crise hídrica no Brasil que mostrou os primeiros sinais na década de 70 e segue crescendo. Uma das possíveis causas é a gestão dos aquíferos, pois a dificuldade acontece devido à superexploração e à poluição, a falta de monitoramento, volume das reservas, taxas de uso, usuários e vulnerabilidade (GOETTEN, 2015; ANA, 2013).

3.3 Crise Hídrica

A crise hídrica é um problema que vai além da escassez de água (TROTIER,2008) e aborda falhas de sustentabilidades, de governança, de iniquidade no acesso e de instituições democráticas. Por isso, diversos atores sociais defendem a água como um direito humano. Esses atores sociais, além de todo o objetivo de garantir a prioridade do abastecimento humano, criam obrigações para o Estado, como direito adquirido e impedir a privatização dos serviços de abastecimento de água (CASTRO, 2010).

Existem dois tipos de escassez de água: A escassez física ocorre pela indisponibilidade de recursos hídricos e, dessa forma, não se consegue atender à demanda da população. Já a escassez econômica se baseia nas impossibilidades financeiras e institucionais na extração dessa água, mesmo havendo volume disponível (CIRILO, 2015).

Em Brasília, está sendo desenvolvido o Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE, que é um instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297/2002. Ele virá com o intuito de viabilizar o desenvolvimento sustentável com a compatibilização do desenvolvimento socioeconômico.

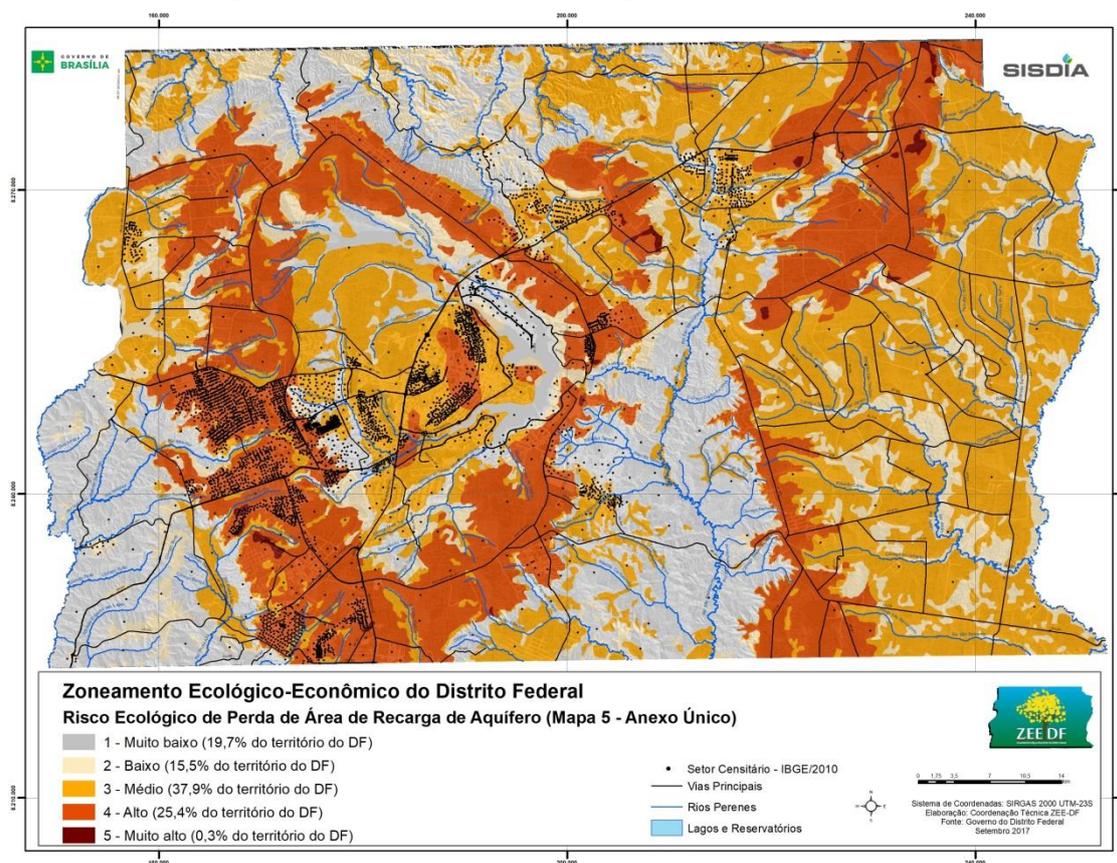
O ZEE traz a figura 5 e nela são mostradas as áreas de riscos ecológicos de perda de área de recarga de aquífero que subsidia o gestor público na decisão da ocupação territorial. Dessa maneira, é possível observar a importância da preservação das áreas das margens do Lago Paranoá com o intuito de preservar o volume total de água lotado nesses aquíferos, tendo em vista que é grande o risco de perda de recarga de água.

A crise hídrica no abastecimento de água do Distrito Federal é consequência de uma série de medidas¹ não estudadas cautelosamente,

¹ a) decisão política, e não técnica, de se utilizar o Lago do Corumbá IV como manancial abastecedor do Distrito Federal; b) descontrole na ocupação das bacias hidrográficas dos mananciais utilizados; c) abandono ou baixo aproveitamento dos pequenos mananciais; d) aumento dos índices de perdas de distribuição ao longo dos anos; e) não enfrentamento de maneira adequada dos conflitos de uso de água existentes principalmente na bacia do Rio Descoberto; f) investimentos não prioritários em modernização de redes de distribuição; g) não implantação de um modelo de gestão de recursos hídricos que possibilitasse uso racional e otimizado dos mananciais disponíveis; g) deficiências nas atividades de operação e manutenção dos sistemas existentes.

tomadas ao longo dos anos, haja vista que o aumento do volume consumido no período de 1995 a 2015 foi de 22,16%, enquanto que a população atendida no mesmo período aumentou 61% (SINDÁGUA-DF, SD).

Figura 5 - Zoneamento Ecológico-Econômico do DF



Fonte: ZEE, 2018

O que efetivamente ocorreu foi: a extração da água do Lago Paranoá se fez necessária com o objetivo de poupar os níveis do reservatório do Descoberto. O reservatório chegou a alarmantes 38% da sua capacidade total. O Sistema Coletor de água do Bananal veio com o intuito de complementar o volume mínimo necessário para subsistência, extraindo água do Lago Paranoá e atendendo, principalmente, as seguintes regiões administrativas: Asa Sul, Asa Norte, Sudoeste e Noroeste.

“(…)Mas a qualidade da água em todo o mundo é cada vez mais ameaçada à medida que as populações humanas crescem, atividades agrícolas e industriais se expandem e as mudanças climáticas ameaçam alterar o ciclo hidrológico global.” da Declaração da “ONU Água” para o Dia Mundial da Água 2010.

A necessidade de segurança hídrica é um conjunto de políticas que produz reflexos em vários setores, incluindo recursos hídricos, segurança alimentar e agricultura, biodiversidade, meio ambiente. A demanda mundial por água tem aumentado a uma taxa de aproximadamente 1% por ano, devido ao crescimento populacional, ao desenvolvimento econômico e às mudanças nos padrões de consumo, entre outros fatores. E a perspectiva futura mostra que a população tende a aumentar de forma significativa durante as próximas duas décadas. A demanda por água das indústrias e das residências aumentará muito mais rápido do que a demanda da agricultura, embora o setor agrícola continue tendo o maior consumo em termos gerais (UNESCO, 2018).

3.4 Lago Paranoá de Brasília

O Lago Paranoá, em Brasília-DF, é um reservatório artificial elaborado no plano diretor da cidade, esse Lago artificial é abastecido por aquíferos subterrâneos que compõem as bacias do Tocantins, Bacia do Paranoá e a Bacia do São Francisco. O Lago Paranoá possui uma área de 1.034,07 km². Isso corresponde a 18% da área total de Brasília. O fato de o Lago ser lotado integralmente no Distrito Federal possibilita a gestão ambiental e de recursos hídricos de uma forma mais efetiva por parte do governo local sobre o uso do solo e da água. O Lago é responsável por cerca de 21% do abastecimento de água do DF (LIPORONI, 2012).

3.4.1 Novas demandas de lazer

3.4.1.1 Usos Múltiplos do Lago Paranoá

O Lago, idealizado por Lúcio Costa, foi construído para paisagismo e para recreação. Atualmente o Lago apresenta outras funções, tais como corpo receptor de águas servidas, drenagem pluvial urbana, subsistência, além do aproveitamento como fonte de abastecimento de água e transporte intermodal (NETTO, 2001).

O uso do Lago para a diluição de água servida para a retenção e amortecimento da drenagem inicial não estavam previstos nos projetos iniciais e hoje são funções importantes que são desempenhadas pelo Lago.

3.4.1.2 Atividade Recreacional

De acordo com a resolução CONAMA nº274/200, que aborda sobre áreas próprias para a recreação e o lazer, a recreação de contato primário ocorre com o contato direto e prolongado com a água (natação, esqui-aquático, mergulho) onde a possibilidade de ingerir água na atividade é elevada. A de contato secundário se trata da recreação em que o contato com água é esporádico ou acidental (iatismo), o que por si já é alvo da necessidade de investigação de sua qualidade.

As atividades de recreação que ocorrem no lago se concentram nas atividades náuticas, dada a presença de inúmeros clubes às margens do lago, bem como embarcações ancoradas em residências particulares, além de atividades de remo e velas, veleiros e jet-ski.

Outra atividade que é observada frequentemente no Lago Paranoá é a pesca. Essa atividade ocorre por toda a área do Lago devido à grande variedade de espécies de peixes que podem ser ali encontradas. Além disso, existem áreas destinadas para banhistas, áreas estruturadas com o objetivo de atender a esse público (WBRASÍLIA, SD).

3.5 Áreas Contaminadas

É importante expor a diferença entre áreas contaminadas e áreas degradadas para o entendimento dos materiais a seguir. Áreas degradadas são áreas em que as alterações que ocorreram naquela área são tidas como negativas, ou seja, há alterações em suas propriedades físicas. Como exemplo, a perda de solo devido à erosão e à alteração das características químicas, devido a processos de salinização, lixiviação, deposição ácida e os próprios poluentes. Já áreas contaminadas são locais onde há comprovadamente a poluição de qualquer substância ou resíduo que prejudique o bem, logo a água (CETESB, 2001). Assim, as áreas contaminadas constituem um caso de áreas degradadas (GUNTHER, 2006).

É importante mapear as áreas contaminadas das cidades, de maneira que haja o quanto antes os seus tratamentos, objetivando a preservação da fauna e da flora e a possibilidade de utilização do volume de água localizado em aquíferos subterrâneos.

Ultimamente, tem-se notado grandes discussões sobre áreas contaminadas e áreas degradadas com o objetivo de reintegrá-las às malhas urbanas, existe a necessidade de reutilização das áreas onde uma vez foram realizadas atividades poluidoras, como o derramamento de combustíveis. Desde 1852, há crescente preocupação com regiões densamente povoadas e industrializadas. A reutilização dessas áreas de formas indiscriminadas pode acarretar numa fonte de contaminação secundária, extrapolando os efeitos contaminantes para além da área afetada (GUNTHER, 2006), e da capacidade de regeneração dos recursos naturais.

As áreas contaminadas são locais com altas concentrações de poluentes apresentados por substâncias e/ou resíduos, e esses, de alguma maneira causem danos ou riscos aos bens a proteger, como a qualidade da água nos corpos d'água, no solo e a saúde dos consumidores, humana, animal ou vegetal (CETESB, 2001). Observa-se que os surgimentos de áreas contaminadas estão associados ao desenvolvimento de atividades ambientalmente agressivas ou atividade não sustentáveis sem a devida observância à proteção ambiental, como anteriormente demonstrado no trabalho.

O gerenciamento de áreas contaminadas tende à minimização de riscos que a população e o meio ambiente estão sujeitos, por meio de um conjunto de medidas que visem à restauração do ambiente, através de um conjunto de medidas que assegure o conhecimento de características dessas áreas e dos impactos causados pelos contaminantes, dando instrumentos necessários a tomadas de decisões quanto a intervenções mais adequadas.

3.6 Materiais Inflamáveis

É de suma importância conhecer os compostos que compõe a maioria dos combustíveis líquidos para que, dessa maneira, seja possível buscar forma de remediação contra os compostos que causam a poluição e degradação do meio ambiente. Nesse trabalho serão descritos os principais compostos dos derivados de petróleo diesel e gasolina.

O petróleo é uma mistura complexa de hidrocarbonetos², constituindo a maior classe atualmente de contaminantes encontrados em sítios para investigação e remediação por profissionais da área de ambiental (XIE et al, 1999). A destilação do petróleo ocasiona várias frações do óleo cru, com aplicações comerciais definidas. Essas aplicações comerciais são definidas pelo número de carbono e ponto de ebulição: gasolina, óleo diesel, óleo lubrificante, querosene, parafinas. A composição do petróleo pode variar dependendo da fonte e do histórico geológico de cada depósito.

Quimicamente falando, os hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) são subdivididos em grupos de compostos. São classificados com hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) e Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX). As densidades dos compostos estão diretamente ligadas ao comportamento deles quando dispersados na água. A figura 6 exemplifica o comportamento de alguns compostos.

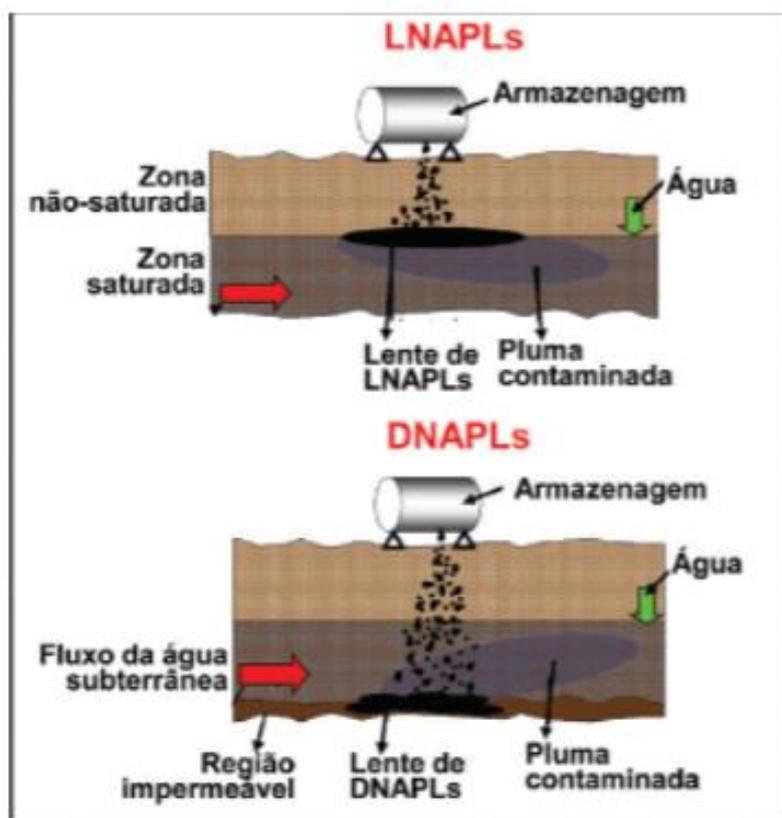
A gasolina tem em sua composição, em menor concentração, a presença de hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP), e por ser menos denso que a água, tem o comportamento de LNAPLs, ou seja, depois que acontecer o vazamento do líquido inflamável, parte desse líquido flutua sobre a água e outra parte, cerca de 40% do volume, migra para baixo até a camada impermeável (KAIPPER, 2003).

São diversos os tipos de gasolinas comercializados no país. Sendo elas: Tipo A, que é a gasolina sem etanol produzida pelas refinarias de petróleo e entregue às distribuidoras. São misturas de naftas numa proporção que se

² Os hidrocarbonetos são compostos formados apenas por carbono e hidrogênio, cuja principal fonte na natureza é o petróleo.

enquadre nas especificações da ANP. A gasolina aditivada é a gasolina tipo A adicionada, além do álcool etílico, dos aditivos detergentes dispersantes (ANP, 2016), que normalmente é vendida pelos produtores e importadores de gasolina. E tem também o Tipo C, que é a gasolina com a adição de anidro³ de combustível pelos distribuidores, vendida aos postos revendedores e em seguida aos consumidores finais (ANP, 2016).

Figura 6 - Contaminação do subsolo e de aquífero causado por vazamento de inflamáveis.



Fonte: ANDRADE, 2010

O óleo diesel é uma mistura complexa de destilados intermediários do petróleo, com hidrocarbonetos variando de C8 a C30, sendo compostos de 40% de n-alcanos, 40% de iso e cicloalcanos e os outros 20% são compostos de hidrocarbonetos aromáticos e isoprenóides, enxofre, nitrogênio e compostos oxigenados. Porém, essa composição depende diretamente da fonte de

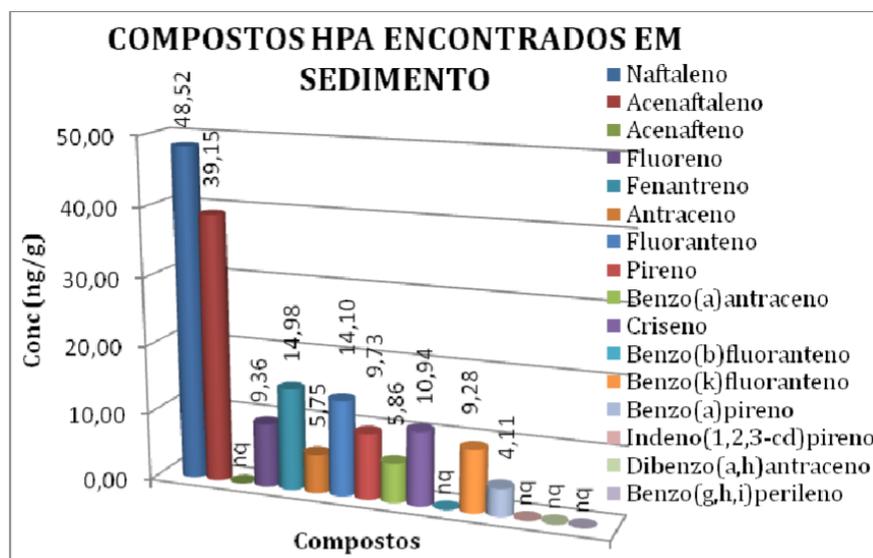
³ Anidro é o álcool em sua composição mais pura. É usualmente utilizado para misturar aos combustíveis em proporções já definidas. Para a Gasolina utiliza-se 20% do volume a ser misturado e para o diesel utiliza-se 8%.

extração, do método de produção e do processo de destilação (KAIPPER apud LEE, 2003). O diesel, por exemplo, tem em sua composição uma cadeia mais longa de hidrocarbonetos totais de petróleo e por isso é mais denso, ou seja, ele se comporta como DNAPLs, ou seja, depois de acontecer o vazamento do diesel, e esse em contato com a água, migra para baixo, decantando até encontrar uma camada impermeável e ali se deposita.

Mediante os estudos feitos pela concessionária CETESB, foi comprovada a contaminação do solo e da água através do vazamento de combustível pelos tanques de combustíveis subterrâneos. Um fato a se observar é o comportamento que o líquido tem em função de sua densidade e conforme mostrado na Fig. 6. E diante da incidência que o acidente ambiental tem ocorrido no país, surge a preocupação com a qualidade da água de um dos principais reservatórios existentes em Brasília-DF, o Lago Paranoá.

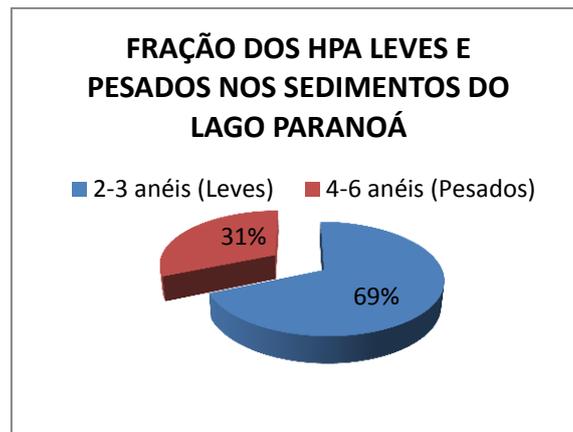
Um estudo elaborado por Lima em 2009 verificou a presença de compostos tóxicos em níveis através de sedimentos retirados do Lago Paranoá. Este estudo concentrou-se em caracterizar os grupos de HTP. As origens destes compostos podem estar associadas a processos antrópicos. Foram encontrados níveis de HPAs em sedimentos retirados do Lago em níveis que podem ser demonstrados na Figura 7.

Figura 7 - Gráfico de concentração média dos compostos HPA encontrados nas amostras



Fonte: LIMA, 2009

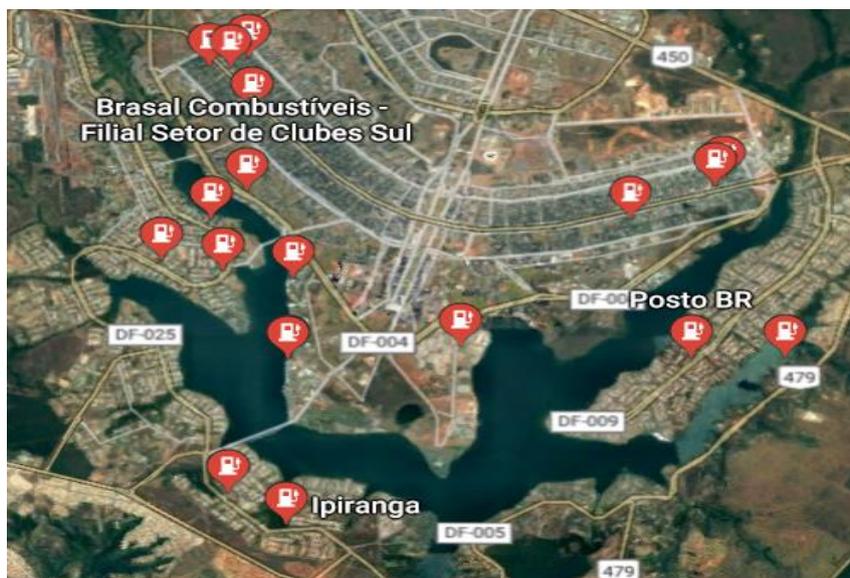
Figura 8 - Fração dos HPA leve e pesados nos sedimentos do Lago Paranoá



Fonte: LIMA, 2009

Depois de comprovada a contaminação a partir do trabalho de um autor, foram mapeados locais onde se encontram os tanques subterrâneos mais próximos. Julgados como potenciais fontes de contaminação do Lago, é importante mapear quais são os postos de combustíveis lotados às margens do Lago que possuem maior fluxo de carro. Comumente, subentende-se que estes postos possuem um maior tanque subterrâneo e, caso não haja a devida manutenção, poderiam criar riscos de contaminação das águas subterrâneas. Com o auxílio do GeoPortal - Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação (SEGETH), foi possível mapear quais postos que estão próximos às margens do Lago Paranoá, de acordo com a Figura 9.

Figura 9 - Postos de gasolina próximos às margens do Lago Paranoá.



Fonte: SEGETH

A preocupação no extravasamento de óleo diesel reside no fato de que o óleo diesel é uma mistura de HTP, incluindo os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), dentre os quais se destacam Benzeno, Tolueno e Xileno. Os compostos aromáticos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEX) e outros alquilbenzenos estão presentes na composição da gasolina.

Os hidrocarbonetos aromáticos são geralmente mais tóxicos que os compostos alifáticos com o mesmo número de carbonos e possuem maior mobilidade, ou seja, decantam com mais facilidade que outros compostos, quando em meios saturados por água. Dada a toxidez dos hidrocarbonetos aromáticos e dos BTEX, o seu potencial cancerígeno e o fato de serem resistentes à biodegradação, atribui a estes o aumento de incidência de câncer no homem. (GABARDO et al., 1995, FRAN LAI et al., 1995, BOUZIGUE et al., 1999, MANOLE et al., 1999, NETTO et al., 2000). Os valores orientadores para solos no Brasil estão demonstrados na Tabela 1, que são índices aceitáveis para a preservação da saúde humana.

Tabela 1 - Valores orientadores para solos no Brasil
CONCENTRAÇÃO EM PESO SECO (mg kg⁻¹)

| COMPOSTO | Valores de prevenção | Valores de intervenção | | |
|-------------|----------------------|------------------------|-------------|------------|
| | | agrícola | residencial | industrial |
| Benzeno | 0,03 | 0,06 | 0,08 | 0,15 |
| Tolueno | 0,14 | 30 | 30 | 75 |
| Etilbenzeno | 6,2 | 35 | 40 | 95 |
| Xilenos | 0,13 | 25 | 30 | 70 |
| HPA* | 12,7 | 56,6 | 147,1 | 384,8 |
| HTP | --- | --- | --- | --- |

* Soma das concentrações de dez compostos selecionados pela CETESB: antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, benzo(a)pireno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, indeno(1,2,3-c,d)pireno e naftaleno.

Fonte: CETESB, 2009

O processo de infiltração dos contaminantes orgânico é caracterizado pela infiltração do NAPL pelas forças gravitacionais e de capilaridade, migração no topo da franja capilar e a expansão do NAPL no lençol freático, dissolução do NAPL na água, transporte com a água subterrânea, bem como perdas por vaporização e biodegradação (POWER et al., 2001 apud KAIPPER, 2003, p.28).

3.7 Tratamento do material inflamável

Há diversas tecnologias para o tratamento ou remediação que têm sido aplicadas em áreas contaminadas por derivados do petróleo, tais como diesel e gasolina. Dentre as quais envolvem processos químicos e físicos, podem ser citadas aquelas expostas na Tabela 2. Notavelmente, observa-se o uso daquelas técnicas que possuem o menor custo para a execução e aquelas técnicas que não alteram tanto o meio físico o qual se deseja restaurar, no caso, área contaminada (KHAN, 2004).

Tabela 2 - Principais técnicas de remediação de áreas contaminadas

| | |
|--|--|
| Lavagem de solo | Utiliza líquidos, geralmente água e solvente, e processos mecânicos para extrair os contaminantes do solo. Os solventes são escolhidos baseados na sua capacidade de solubilizar os contaminantes e não possuir ou ter baixa toxicidade. |
| Extração de vapores | É uma tecnologia que promove a remoção de compostos orgânicos voláteis (VOCs) da zona não saturada do solo por meio de aplicação de vácuo em poços próximos à fonte de contaminação. |
| Injeção de ar na zona saturada (air sparging) | Aplicado na remediação de VOCs dissolvidos na água subterrânea e adsorvidos na zona saturada do solo por meio da injeção de ar atmosférico sob pressão. Assim, ocorre a volatilização dos contaminantes em fase adsorvida e/ou biodegradação aeróbica. |
| Bombeamento e tratamento de águas subterrâneas | Por meio de poços de extração, as águas subterrâneas contaminadas são removidas e tratadas por diversas tecnologias. Uma vez remediadas são reintroduzidas no aquífero ou descartadas em corpos hídricos superficiais. |
| Tratamento térmico | Envolve o aquecimento do solo a temperaturas que variam de 100 a 600 °C com o objetivo de promover a separação dos contaminantes orgânicos pela volatilização ou destruição. |
| Oxidação | Tratamento que utiliza oxidantes químicos como ozônio, |

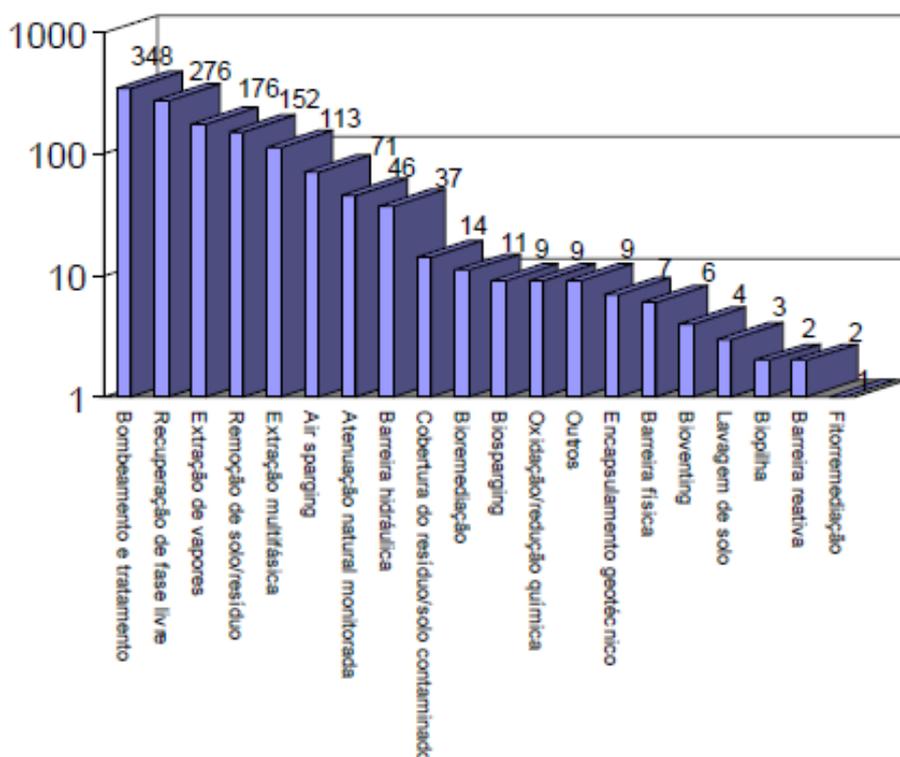
| | |
|-------------------------------|---|
| química | peróxidos e persulfatos, para decompor, reduzir ou eliminar a toxicidade dos contaminantes em solos e águas subterrâneas. |
| Contenção | Consiste basicamente em criar barreiras físicas ou hidráulicas para impedir a dispersão dos contaminantes para áreas adjacentes. |
| Barreiras passivas e reativas | Consistem na passagem da água subterrânea contaminada através de uma barreira permeável instalada em subsuperfície transversalmente ao sentido de escoamento, interceptando a pluma de contaminação. Três tipos de barreiras são utilizados: de adsorção, na qual os contaminantes ficam adsorvidos e são removidos; de precipitação, os contaminantes dissolvidos na água são precipitados e removidos; reativa, que promove a quebra dos compostos tóxicos em produtos inertes. |
| Atenuação natural controlada | Conhecida também como remediação intrínseca ou passiva, usa processos naturais que ocorrem na área contaminada com o objetivo de reduzir as concentrações dos contaminantes, toxicidade, massa e/ou volume até níveis adequados à proteção da saúde humana e ao meio ambiente. |
| Biorremediação | Por meio do metabolismo de microrganismos (bactérias e fungos), nativos ou exóticos à área contaminada, os contaminantes são degradados em compostos com menor ou sem toxicidade. |
| Fitorremediação | Plantas são utilizadas para remediar áreas contaminadas por meio da degradação, extração, contenção ou imobilização dos contaminantes orgânicos e inorgânicos do solo e água subterrânea. |

Fonte: (KHAN, 2004).

Essas técnicas foram utilizadas no estado de São Paulo, e a CETESB elaborou estatísticas de aplicação dessas técnicas no estado. De acordo com a

Figura 10, é possível verificar as técnicas mais utilizadas para remediação neste estado. Este estudo considerou dados desde 2002 até maio de 2006.

Figura 10 - Técnicas de remediação implantadas no estado de São Paulo (2002-2006)

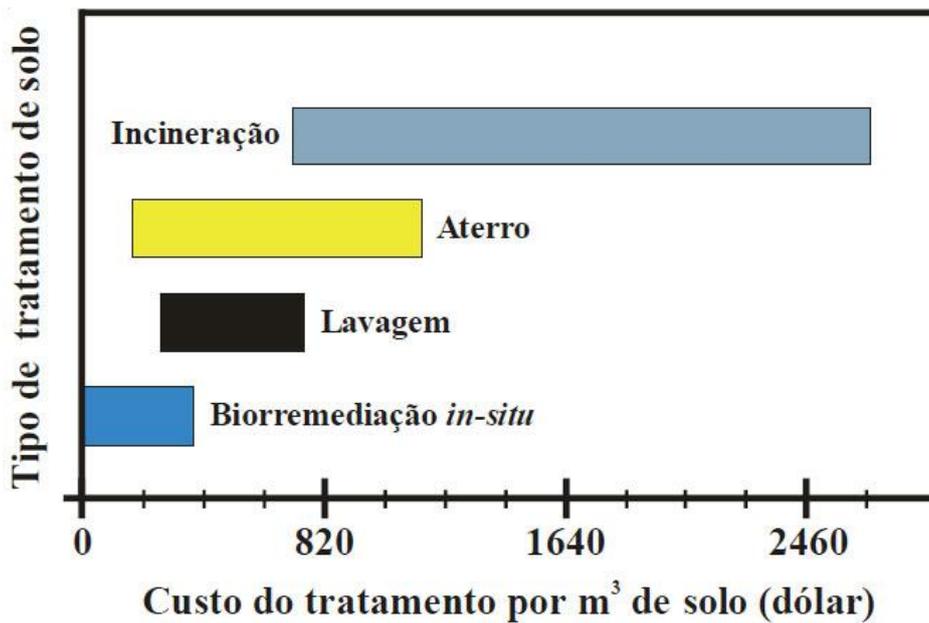


Fonte: CETESB, 2006

Segundo a Figura 10, pode-se notar que o bombeamento, tratamento e a recuperação de fase livre são as técnicas mais empregadas no tratamento de águas subterrâneas que foram utilizadas no estado de São Paulo, já a extração de vapores e a remoção de solo são técnicas mais utilizadas em solos (CETESB, 2006).

A Figura 11 demonstra algumas técnicas que podem ser utilizadas para a remediação e tratamento da água e quais são os seus respectivos custos. O custo é um critério que pode ser decisório no momento de escolher qual tratamento a ser utilizado.

Figura 11 - Comparação de custo de tratamento de solos empregando diferentes técnicas de remediação



Fonte: ANDRADE, 2010

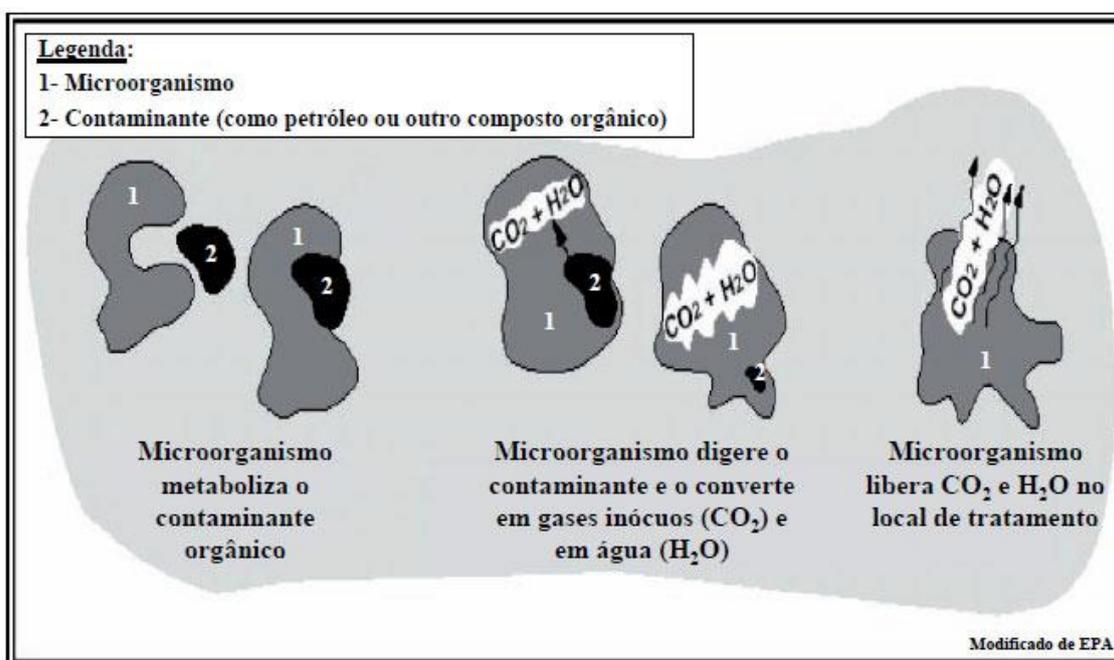
A biorremediação consiste na utilização de microrganismos, de ocorrência natural (nativos) ou cultivada, para degradar ou imobilizar contaminantes em águas subterrâneas e em solos. Neste caso, geralmente, os microrganismos utilizados são bactérias, fungos filamentosos e leveduras. Destes, as bactérias são as mais empregadas e, por conseguinte, são consideradas como o elemento principal em trabalhos que envolvem a biodegradação de contaminantes. A limitação da utilização dessa técnica se dá em corpos d'água com grandes fluxos de movimentação, como exemplo, rios com correntezas.

Diante do que se pode observar na Figura 11, com o objetivo de escolher da técnica a ser utilizada, tem-se que a Biorremediação in-situ possui o custo mais baixo quando comparado à lavagem, aterro ou incineração, chegando a custar menos de \$410,00 (quatrocentos e dez dólares), isso é, aproximadamente R\$ 1.512,90 (um mil, quinhentos e doze reais e noventa centavos), enquanto a incineração pode custar até \$2.460,00 (dois mil, quatrocentos e sessenta dólares), o que equivale a aproximadamente R\$ 9.077,40 (nove mil, setenta e sete reais e quarenta centavos). É notória a

discrepância entre os preços da técnica de Biorremediação *in-situ* e a Incineração.

O processo de biorremediação pode ser aeróbico ou anaeróbico. Esses microrganismos têm a capacidade de degradar contaminantes mesmo após longo tempo de exposição. Além disso, possuem facilidade em se adaptarem a lugares com baixas concentrações de contaminantes. O processo de síntese dos compostos de HTP pode ser exemplificado na Figura 12.

Figura 12 - Esquema de simplificação da ação de microrganismos em processo de biorremediação



Fonte: ANDRADE, 2010

3.8 Danos causados pela contaminação por inflamáveis

Além da saúde da população, tem-se a necessidade de preservar os colaboradores, o Ministério do Trabalho em suas Normas Regulamentadoras estabelece mínimos de exposição de vários compostos tóxicos sem que haja dano ao trabalhador. A necessidade de conhecer esses números existe quando a população de Brasília utiliza da água de diversas maneiras, sejam elas para banho, pesca, lazer e até consumo.

A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde estabelece um padrão de potabilidade para cada composto encontrado na água e observa-se que não existe um mínimo pré-estabelecido, existem limites para alguns dos compostos que estão dentro dessa grande família.

Os compostos do BTEX têm restrições de exposição de acordo com a NR 7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional. Por se tratarem de compostos altamente cancerígenos, foram estabelecidos máximos que podem constar no sangue dos colaboradores, a fim de que não tragam riscos aos mesmos.

De acordo com FRANCAVIGLIA, 2004, os planos de remediação causam acidificação de solo, diminuindo assim sua fertilidade, afetando principalmente a comunidade biológica, pela degradação da matéria orgânica, dificultando a liberação dos nutrientes às plantas. Isso não exclui a possibilidade de alguns metais pesados serem liberados.

Figura 13 - Parâmetros para monitorização da exposição ocupacional

| Agente químico | Mat. Biológico | Análise | Valor Referência | Índice Biológico máximo permitido |
|----------------|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------------------|
| Etil-Benzeno | Urina | Ác. Mandélico | | 1,5 g/g creat |
| Tolueno | Urina | Ác. Hipúrico | Até 1,5 g/g creat | 2,5 g/g creat |
| Xileno | Urina | Ác. Metil-Hipúrico | | 1,5 g/g creat. |

Fonte: NR 7, 2013

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desse estudo, foi necessário ir ao Lago para se saber quais eram os postos de combustíveis que estavam às margens do Lago. Depois, com o auxílio do portal governamental, foi necessário ampliar a pesquisa devido a inúmeras nascente catalogadas pelo SEGETH e que estão sobre a bacia do Lago Paranoá. Após o mapeamento de quais postos estão sobre a bacia do Lago Paranoá, foi necessário fundamentar ideias e argumentos foram embasados em técnicas de observação de dados. O trabalho foi desenvolvido a partir de revisão bibliográfica dos assuntos pertinentes à composição dos materiais inflamáveis, análise de documentos (artigos científicos, dissertações, teses e periódicos).

Para a avaliação, foi necessário mapear os postos lotados às margens do Lago Paranoá e acompanhar as notícias emitidas com representação do IBRAM a respeito da falta de licenciamento ambiental dos postos que operam em Brasília-DF.

Com o objetivo de direcionar os possíveis pontos de contaminação, fez-se necessário realizar inspeções visuais dos postos de combustível que possuem o maior fluxo de saída de combustível.

É importante ressaltar que para o estudo foram utilizadas apenas referências adquiridas com o auxílio do GeoPortal SICAD, não sendo objetivo de estudo a análise das pontuações.

5 ANÁLISES

A preocupação decorrente da qualidade da água do Lago Paranoá se dá devido à dependência que os brasilienses têm com o Lago Paranoá. Tanto para o abastecimento de água quanto para lazer, além de sua importância para o desenvolvimento da cidade desde seus primórdios. As atividades aquáticas e de pescas que acontecem em Brasília, em sua maioria, são desempenhadas no Lago Paranoá.

É importante se considerar que a contaminação que ocorre no Lago Paranoá pode prejudicar populações de outras cidades que se abastecem das águas desses reservatórios subterrâneos. Isso é justificado porque esses reservatórios subterrâneos podem receber contaminação do Lago Paranoá e esses poluentes podem ser levados para outros lugares. Caso seja comprovado que existem compostos como o BTEX ou HPAs em níveis médios e altos na água do Lago Paranoá, fica evidente a probabilidade de contaminação do reservatório, que também pode abastecer e contaminar populações de outras cidades.

Outra preocupação inerente à contaminação dos reservatórios subterrâneos é a importância que eles têm para a população. Em razão dos grandes períodos de estiagem que a região Centro-Oeste tem sofrido nas últimas décadas, o volume de água presente nesses aquíferos tem minimizado a presente crise hídrica que a capital tem suportado. Com isso, é necessária a preocupação com a conservação de todo o volume de água e de sua qualidade, seja ele presente em aquíferos subterrâneos, em lagos e rios. Dessa forma, conserva-se o volume de água para outras eventuais estiagens ou baixas de reservatórios e com qualidade mínima de água já garantidas.

Recentemente, foi noticiada em um grande jornal uma entrevista com o presidente do IBRAM afirmando que 40% dos postos de combustíveis de Brasília estão com situações irregulares para a operação. Para que estes postos consigam o licenciamento necessário para o funcionamento devem seguir as recomendações do CONAMA 420, pela qual os interessados devem

elaborar PCA - Programa de Controle Ambiental, comprovando que as atividades desempenhadas por seu empreendimento não trazem risco ao meio ambiente. E se, por algum acaso, for comprovada algum tipo de contaminação proveniente da sua atividade, medidas devem ser tomadas a fim de que sejam restauradas as condições iniciais do meio ambiente. Nas margens do Lago Paranoá, observa-se a presença de vários postos de combustíveis, atualmente, estão operando 16 postos de combustíveis e o acréscimo considerável de postos em menos de uma década se justifica pelo aumento da frota de carros de Brasília nesse mesmo espaço de tempo.

A preocupação pelo extravasamento de líquidos inflamáveis como gasolina e diesel deve-se à composição deles. Os HTPs, que podem ser subdivididos em HPAs e BTEXs, são as substâncias que são tóxicas e com potencial cancerígeno, dado o contato prolongado. A NR 7 prescreve mínimos para o índice biológico máximo permitidos no organismo humano, justificando assim a importância do tema para a preservação da saúde humana.

Em estudos elaborados por LIMA (2009), foi verificado os níveis de HTPs através de sedimentos retirados do Lago Paranoá. Observou-se e foram constatados 39,15 mg/kg de Acenalfaleno⁴ e 130 mg/kg de HPAs. Valores que superam os pré-estabelecidos para solos no Brasil, como podem ser demonstrados na Tabela 3.

Tabela 3 - Comparativo entre os valores alcançados em Brasília e os valores orientadores para solos no Brasil (agrícola)

| Concentração em Peso Seco (mg/kg) | | | |
|-----------------------------------|------------|----------|--------------------------------|
| | Alcançados | Agrícola | Comparativo |
| Naftaleno | 48,52 | 1,1 | Valores Orientadores Superados |
| Acenalfaleno | 39,15 | | Valores Orientadores Superados |
| Acenalfeno | 0 | | Baixo nível de Contaminação |
| Fluoreno | 9,36 | | Valores Orientadores Superados |
| Fenantreno | 14,98 | 15 | Baixo nível de Contaminação |
| Antraceno | 5,75 | 2300 | Baixo nível de Contaminação |
| Fluoranteno | 14,1 | | Valores Orientadores Superados |
| Pireno | 9,73 | | Valores Orientadores Superados |
| Benzo (a) Antraceno | 3,86 | 1,6 | Valores Orientadores Superados |

⁴⁴ Hidrocarboneto resultante da desidrogenação do acenafteno pelo óxido de chumbo

| | | | |
|----------------------------|-------|-----|--------------------------------|
| Criseno | 10,94 | 95 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (b) Fluoranteno | 0 | 2 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (k) Fluoranteno | 9,28 | 27 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (a) Pireno | 4,11 | 0,2 | Valores Orientadores Superados |
| Indeno (1, 2, 3-cd) Pireno | 0 | 3,4 | Baixo nível de Contaminação |
| Dibenzo (a,h) antraceno | 0 | 0,3 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (g, h, i) perileno | 0 | - | Baixo nível de Contaminação |

Tabela 4 - Comparativo entre os valores alcançados em Brasília e os valores orientadores para solos no Brasil (residencial)

| Concentração em Peso Seco (mg/kg) | | | |
|-----------------------------------|------------|-------------|--------------------------------|
| | Alcançados | Residencial | Comparativo |
| Naftaleno | 48,52 | 1,8 | Valores Orientadores Superados |
| Acenaltaleno | 39,15 | | Valores Orientadores Superados |
| Acenalteno | 0 | | Baixo nível de Contaminação |
| Fluoreno | 9,36 | | Valores Orientadores Superados |
| Fenantreno | 14,98 | 40 | Baixo nível de Contaminação |
| Antraceno | 5,75 | 4600 | Baixo nível de Contaminação |
| Fluoranteno | 14,1 | | Valores Orientadores Superados |
| Pireno | 9,73 | | Valores Orientadores Superados |
| Benzo (a) Antraceno | 3,86 | 7 | Baixo nível de Contaminação |
| Criseno | 10,94 | 600 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (b) Fluoranteno | 0 | 7,2 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (k) Fluoranteno | 9,28 | 75 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (a) Pireno | 4,11 | 0,8 | Valores Orientadores Superados |
| Indeno (1, 2, 3-cd) Pireno | 0 | 8 | Baixo nível de Contaminação |
| Dibenzo (a,h) antraceno | 0 | 0,8 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (g, h, i) perileno | 0 | - | Baixo nível de Contaminação |

Tabela 5 - Comparativo entre os valores alcançados em Brasília e os valores orientadores para solos no Brasil (industrial)

| Concentração em Peso Seco (mg/kg) | | | |
|-----------------------------------|------------|------------|--------------------------------|
| | Alcançados | Industrial | Comparativo |
| Naftaleno | 48,52 | 5,9 | Valores Orientadores Superados |
| Acenaltaleno | 39,15 | | Valores Orientadores Superados |
| Acenalteno | 0 | | Baixo nível de Contaminação |
| Fluoreno | 9,36 | | Valores Orientadores Superados |
| Fenantreno | 14,98 | 95 | Baixo nível de Contaminação |
| Antraceno | 5,75 | 10000 | Baixo nível de Contaminação |

| | | | |
|-------------------------------|-------|------|--------------------------------|
| Fluoranteno | 14,1 | | Valores Orientadores Superados |
| Pireno | 9,73 | | Valores Orientadores Superados |
| Benzo (a) Antraceno | 3,86 | 22 | Baixo nível de Contaminação |
| Criseno | 10,94 | 1600 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (b) Fluoranteno | 0 | 25 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (k) Fluoranteno | 9,28 | 240 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (a) Pireno | 4,11 | 2,9 | Valores Orientadores Superados |
| Indeno (1, 2, 3-cd) Pireno | 0 | 30 | Baixo nível de Contaminação |
| Dibenzo (a,h) antraceno | 0 | 2,9 | Baixo nível de Contaminação |
| Benzo (g, h, i) perileno | 0 | - | Baixo nível de Contaminação |
| | | | |

A CETESB oferece valores mínimos para intervenção quando se trata de áreas de diferentes usos, sejam elas agrícolas, residenciais e industriais, como mostrados na tabela 3, tabela 4 e tabela 5. Observam-se limites mais flexíveis quando se trata de áreas industriais com índices altos. Utilizando-se do critério mais flexível, observa-se que os seguintes compostos: Acenaltaleno, Naftaleno, Fluoreno, Fluoranteno, Pireno, Benzo (a) Pireno são aqueles que superam os valores orientadores para intervenção pré-estabelecidos pela CETESB, e um dos impactos que os HPAs podem causar à população que tem contanto com ela são: danos ao sistema nervoso central, alterações genéticas, nascimento de crianças com órgãos debilitados e com câncer.

Diante dos valores recomendados pela CETESB, é necessário entrar com medidas que tenham como objetivo a remediação do meio o quanto antes, uma vez que os valores pré-estabelecidos para a prevenção do HPA já foram alcançados. É importante salientar que esses compostos possuem limites mínimos para índices biológicos, devido ao seu alto grau de toxicidade e ao seu potencial cancerígeno.

Um critério que é decisório na escolha da técnica de remediação da área é o preço, visto que tem um custo elevado por metro cúbico. Então, observa-se que as técnicas mais utilizadas são aquelas que o custo para a execução da mesma é o mais baixo comercialmente. Atualmente a técnica com o custo mais baixo é a biorremediação in-situ, e mesmo assim, tem um custo elevado.

O tratamento do meio ambiente é medida de caráter obrigatório para os postos de combustíveis depois de comprovada a fonte de contaminação, isso é necessário para que o posto obtenha sua licença para operar com as atividades de comércio e para que ocorra a preservação do meio ambiente. Principalmente depois de medidas adotadas no ano de 2017, pelas quais a concessionária CAESB, numa tentativa de diminuir a extração da água do reservatório do Descoberto, começou a captação da água do Lago Paranoá para o abastecimento dos lares de pessoas que residem em Brasília.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

6.1 Conclusões

Dado que estes acidentes como o extravasamento de líquidos inflamáveis em corpos d'água causam riscos à saúde daqueles que têm contato e consomem a água, este trabalho teve como intuito alertar a respeito da gravidade da contaminação por derivados de petróleo e sugerir técnicas que visem à remediação do Lago Paranoá. A análise foi feita a partir de um estudo realizado por LIMA, 2009, o qual examinou a presença de tais substâncias por sedimentos retirados do Lago. Foi constatado algum tipo de contaminação no solo e na água pelo grupo dos HPAs.

Sob o ponto de vista de ações tomadas pela CAESB para controle da qualidade das águas no Lago Paranoá, observam-se muitas ações tomadas pela concessionária com o objetivo de preservação do Lago. Entretanto, devido à importância que o Lago tem para os moradores de Brasília-DF, como para lazer e para subsistência, é necessário que ações biorremediadoras para conter a contaminação por HPA (contaminação por derivados em petróleo) sejam tomadas o quanto antes, já que breves pesquisas constataram que são consideráveis os níveis de HTP presentes no Lago.

É importante que esse tratamento seja iniciado o quanto antes, de modo que não resulte em uma população doente a longo prazo, na perda de produtividade do solo devido ao aumento de acidez, ou que haja contaminação dos aquíferos subterrâneos, onde o tratamento pode não ser tão eficaz ou ter o custo mais elevado devido à dificuldade de acesso ao reservatório subterrâneo.

6.2 Sugestões para pesquisas futuras

- Atuação dos hidrocarbonetos totais no corpo humano.

Pesquisa voltada à medicina, onde busquem caracterizar pontualmente quais são os danos causados pela presença de hidrocarbonetos no corpo humano e desenvolver medidas que visem à sintetização desses compostos, a fim de que sejam criadas medidas de remediação ao corpo humano

- Cultivo de Bactérias sintetizadoras de HTP.

O processo de biorremediação necessário para a revitalização da área contaminada. Porém, pela necessidade de importar material e mão de obra para a realização da técnica, acaba-se tornando oneroso. Então, o cultivo dessa bactéria aqui no Brasil acabaria por “baratear” a técnica, viabilizando o tratamento em diversos outros casos.

7 REFERÊNCIAS

ADASA; **Mapa Hidrográfico do Distrito Federal**; Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br>>. Acesso em 23 de março de 2018.

ANA, **Agencia Nacional Da Água**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/>>. Acesso em mar. 2018.

_____, **MAPA HIDROLÓGICO DO BRASIL**; DISPONÍVEL EM: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/copy_of_divisoes-hidrograficas>. Acesso em 13 de abril de 2018.

_____. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Informe 2017. Ed. Especial**. Brasília: ANA. 2017. Disponível online: <http://conjuntura.ana.gov.br/static/media/conjuntura_completo.27432e70.pdf>. Acesso em 19 maio de 2018.

ANDRADE, Juliano de Almeida; AUGUSTO, Fabio; JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes. **Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados**. Eclet. Quím., São Paulo , v. 35, n. 3, p. 17-43, Sept. 2010 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-46702010000300002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 16 abril de 2018.

ANP; **Agência Nacional do Petróleo; “Gasolina”**; Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/petroleo-derivados/155-combustiveis/1855-gasolina>>. Acesso em 22 de março de 2018.

BARBOSA, C. M. de S.; Mattos, A.; **CONCEITO E DIRETRIZES PARA A RECARGA ARTIFICIAL DE AQUÍFEROS**. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/23657/15733>>. Acesso em 13 de Abril de 2018.

BOHN, N; GOETTEN, W. J.; PRIMO, A. P. **Governança da água subterrânea no Estado do Rio Grande do Sul**. REGA, Vol. 11, n. 1, p. 33-43, jan./jun. 2014.

BOUZIGUE, M.; PICHON, V.; HENNION, M. **class-seletive immunosorbent for trace-level determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in complex sample matrices, used in off-line procedure or on-line coupled**

with liquid chromatography/ Fluorescence and diode array detections in series. Environmental science and Technology, 1999.

BRASIL, **RIOS E BACIAS DO BRASIL**, DISPONÍVEL EM: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo>>. Acesso em abr. 2018.

BRASIL. Decreto n. 4.297, de 10 de jul. de 2002. **Critérios para o Zoneamento Ecológico- Econômico**, Brasília, DF, jan 1997.

BRASIL. Lei n. 9.433, de 8 de jan. de 1997. **Da Política Nacional dos Recursos Hídricos**, Brasília, DF, jan 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA nº 420**. Resolução nº 420, de 28 de Dezembro de 2009.

CASTRO, M. M. (2010). **Modelação matemática de lagos e reservatórios – Caso do Reservatório Billings**. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 226p.

CETESB. COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de gerenciamento de águas contaminadas do Estado de São Paulo**. Investigação Detalhada. São Paulo - SP. 1999a. 10 p.

_____; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO -. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. 2001. Disponível em: <<http://areascontaminadas.cetesb.sp.gov.br/manual-de-gerenciamento/>>. Acesso em 02 maio 2018.

_____; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Ações Corretivas Baseadas em Risco Aplicadas a Áreas Contaminadas com Hidrocarbonetos Derivados de Petróleo e Outros Combustíveis Líquidos: Procedimentos**, Anexo VII. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>, 2006.

_____; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Valores Orientadores para solos no Brasil**. Disponível em:<<http://cetesb.sp.gov.br/solo/valores-orientadores-para-solo-e-agua-subterranea/2009>>. Acesso em 30 de maio de 2018.

CIRILO, J. A.; **Crise hídrica: desafio e superação**. Revista USP; São Paulo; 2015.

Conselho Nacional de Meio Ambiente de Recursos Renováveis, **Resolução nº 273, 29 de Novembro, 2000**. Estabelece critérios para instalação e conservação de tanques de combustível. Diário Oficial da União de 08/11/2001.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA N° 274/2000**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em mar. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA N° 357/2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em mar. 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **CONAMA N° 420/2009**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em mar. 2018.

FRAN LAI; while, L. **Automated precolumn concentration and high-performance liquid chromatographic analysis of polynuclear aromatic hydrocarbons in water using a single pump and a single valve**. Journal of Chromatography, 1999.

FRANCAVIGLIA, R.; Gataleta L.; Marchionni, M.; Trincheira, A; Aromolo, R.; Benedetti, A.; Nisini, L.; Morselli, L.; Brusori, B.; Olivieri, O.; Bernadi, E. (2004). **Soil quality and vulnerability in a Mediterranean natural ecosystem of Central Italy**.

GABARDO, I. T. **Metodologia analítica para determinação de HPAs em amostras de solo, água e sedimentos**. Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo A. miguez de mello (CENPES). Petrobras, 1995.

GLEICK, P. **Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources**. Oxford University Press, New York. 1993.

GLOBO.COM. **Postos de combustíveis: 40% operam no DF sem licença ambiental, diz Ibram**. Disponível em: <<https://g1.globo.com/df/distrito->

federal/noticia/postos-de-combustiveis-40-operam-no-df-sem-licenca-ambiental-diz-ibram.ghml>. Acesso em 03 de abril de 2018.

GOETTEN, W. J. **Avaliação da Governança da Água Subterrânea nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. Blumenau. 2015. 317f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Engenharia Ambiental, Fundação Universidade Regional de Blumenau.

GÜNTHER, W. M. R. **Áreas contaminadas no contexto da gestão urbana**. São Paulo em Perspectiva, v. 20, n. 2, p. 105-117, 2006.

HELLER, Léo. **Abastecimento de água para consumo humano**. 1ª Edição. Belo Horizonte. Editora UFMG. 2006.

KAIPPER, B. I. A. **Influência do Etanol na Solubilidade de Hidrocarbonetos Aromáticos em Aquíferos Contaminados por Óleo Diesel**. Santa Catarina. 2003. Tese (Doutorado Centro de Ciências Físicas e Matemática) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2003.

KHAN, F. I.; HUSAIN, T.; HEJAZI, R. **An overview and analysis of site remediation technologies**. Journal of Environmental Management, v. 71, n. 2, p. 95–122, 2004. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2004.02.003>.

KOBIWAMA, MASATO. **RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO**. 1ª EDIÇÃO. CURITIBA- PR. ORGANIC TRADING. (2008).

LIMA, E. J. C.; **Caracterização de Substancia tóxicas persistentes em sedimentos do Lago Paranoá**. Sociedade Brasileira de Química, 2009.

LIPORONI, L. M; **ESTUDO PRELIMINAR DA QUALIDADE DA ÁGUA DO LAGO PARANOÁ, BRASÍLIA – DF, UTILIZANDO UM MODELO DE QUALIDADE DA ÁGUA BIDIMENSIONAL**; Brasília; 2012.

MANOLE, E.; SAMARA, C. **polycyclic aromatic hydrocarbons in natural water: sources, occurremces and analysis**. Trend in Analytical Chemistry, 1999.

NETTO, A. D.; Moreira, J. C.; Dias, A. E. X. O.; ARBILLA, G.; FERREIRA, L. F. V.; OLIVEIRA, A. S.; BARIK, J.; **Avaliação da contaminação humana por hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs) e seus derivados nitratos (NHPAs): uma revisão metodológica.** Química nova, 2000.

NETTO, B. P. (2001). "III – Meio Físico" in Fonseca, F. O. (org.). **Olhares sobre o Lago Paranoá.** Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Brasília – DF.

NR, Norma Regulamentadora Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-7 - Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional.** 2009.

OECD; "O que é aquífero?"; Disponível em: <<http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28001-o-que-e-um-aquifero>>. Acesso em 14 de junho de 2018.

ONU, **Organização da Nações Unidas.** Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/mundo-nao-pode-ver-agua-como-garantida-afirma-chefe-da-onu-ao-lancar-decada-global-de-acao/>>. Acesso em 16 de Junho de 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. "**Distribuição da água no mundo**"; Brasil Escola. Disponível em <<https://brasilescola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>>. Acesso em 14 de junho de 2018.

SANTOS, D. A. R. **Análise do monitoramento ambiental e da delimitação das plumas de contaminantes provenientes de vazamentos em postos de combustíveis: estudos de caso no Médio Vale do Paraíba.** 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2009.

SEGETH, **GeoPortal.** Disponível em: <<https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/>>. Acesso em 13 de junho de 2018.

SILVA, M.O. **Acuíferos costeros en Portugal - Estado actual de conocimientos.** 2003. 159-167 p. Dissertação de Mestrado em Geologia. Inst. Geológico y Minero de España.

SINDÁGUA-DF; A CRISE HÍDRICA NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO DISTRITO FEDERAL; DISTRITO FEDERAL. Disponível em: <<https://sindaguadf.files.wordpress.com/2018/03/relatc3b3rio-crise-hc3addrica-sindc3a1gua-df-resumido.pdf>>. Acesso em 14 de junho de 2018.

TROTTIER, J. **Water crises: political construction or physical reality.** Contemporary Politics, v. 14, n. 2, p. 197-214, 2008.

UNESCO; **"UNESCO participa do Fórum Mundial da Água em Brasília."**; DISPONÍVEL EM: <http://www.unesco.org/new/pt/brasilia/about-this-office/single-view/news/unesco_participates_in_the_world_water_foRum_in_brasilia/> Acesso em 15 de junho de 2018.

WBRASÍLIA; **Lago Paranoá- Brasília/DF- Brasil;** Disponível em: <<http://wbrasil.com/lagoparanoa/lagoparanoabrasiliadfbrazil.htm>>. Acesso em 13 de junho de 2018.

XIE, G.; BARCELONA, M. J.; FANG. **Quantification na interpretation of total petroleum hydrocarbons in sediment samples by a GC/ms method and comparison with epa 418.1 and a rapid field method.** Anal. Chem, v. 71, n.9.

ZEE, DF. **"Zoneamento Ecológico- Econômico do Distrito Federal- Risco Ecológico de Perda de área de recarga de aquífero"**. Disponível em <<http://www.zee.df.gov.br/wp-content/uploads/2018/05/mapa-05-minuta-final.jpg>>. Acesso em 14 de junho de 2018.

ANEXO A

Postos de Combustíveis: 40% operam no DF sem licença ambiental, diz Ibram.

Distrito Federal possui 311 estabelecimentos do tipo e 125 deles estão com autorização vencida. Governo lançou consulta pública para acelerar processo de emissão de documento.

Dos 311 postos de gasolina registrados no Distrito Federal, pelo menos 40% (125) está com a licença ambiental vencida, segundo um levantamento do Instituto Brasília Ambiental (Ibram). Os dados foram divulgados pelo órgão, nesta terça-feira (2), à (sic) pedido da TV Globo.

O motivo, segundo o presidente do Ibram, Aldo Fernandes, é a falta de funcionários no instituto, o que gera atraso na entrega do documento. Quando emitida, a autorização ambiental tem o papel de atestar que o posto de combustível não causa danos à fauna e à flora do local.

"Temos a intenção de, no final do ano de 2018, estar com o setor de postos de combustíveis totalmente resolvido aqui no Distrito Federal."

O presidente do sindicato que representa os donos de postos de combustíveis do DF, Daniel Costa, diz que os atrasos na emissão da licença são causados também pelo tempo de espera para conseguir o documento, que segundo ele, pode levar até 6 anos.

"Existem alguns postos que realmente faltam entregar os documentos, às vezes, por perda ou falta de controle, e existem casos em que o posto está super correto, está com tudo em dia e realmente o Ibram não consegue entregar a licença, a renovação operacional dentro do prazo.

"Enquanto os postos continuam na fila para obter as licenças, o Ibram afirma que "não existe risco" e garante que os estabelecimentos no DF operam de "maneira segura".

"Os postos que por ventura, durante análise, nós detectarmos algum problema serão imediatamente notificados para apresentar uma solução."

Para tentar solucionar a situação, o Instituto Brasília Ambiental abriu, em 31 de dezembro do ano passado, uma consulta pública para receber críticas e sugestões da população – comunidade acadêmica, consultores, empreendedores e órgãos públicos – sobre a definição de novas regras de licenciamento para os postos de combustíveis.

O cidadão comum, mesmo que não seja especialista no assunto, também poderá enviar sugestões até as 23h de 31 de janeiro. O objetivo da medida é atualizar a instrução normativa nº 213, criada em 2013, para estabelecer as regras de funcionamento dos postos.

Para o Ibram, a medida vai "facilitar a renovação das licenças". Com a atualização das normas, o presidente do instituto afirma que os postos com a autorização ambiental vencida, mas que estão com a documentação adiantada, terão as licenças prorrogadas por mais seis meses.

O tempo seria aplicável para os técnicos do órgão analisarem os casos e, só depois, renovarem o documento por um tempo maior, de 5 a 10 anos.

Veja mais notícias da região no G1 DF.

Fonte: Globo.com (texto na íntegra), acesso em 03 de abril de 2018.