

REMEDIÇÃO DE ÁREA DEGRADADA POR RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS – ESTUDO DE CASO DO ATERRO JOCKEY CLUB DE BRASÍLIA, DF

Laila de Queiroz Barbosa¹

Engenheira Ambiental, Universidade de Brasília (UnB).

Ricardo Silveira Bernardes

Engenheiro Civil; PhD, Universidade de Brasília (UnB).

Antônio José de Brito

Engenheiro Civil, Universidade de Brasília (UnB).

Thales Thiago Sousa Silva

Graduando de Engenharia Ambiental, Universidade Católica de Brasília (UCB).

Endereço¹: QSD 27, CASA 35 – Taguatinga Sul – Brasília, DF. CEP: 72020-270 – Brasil – Tel: +55 (61) 8619-9920 – e-mail: lailaqb@gmail.com..

RESUMO

O capitalismo tem incentivado o aumento da geração de resíduos; como parte final do processo de gerenciamento integrado, a disposição adequada dos resíduos deve ser concebida de forma a atender à legislação ambiental vigente, nos aspectos sociais, sanitários e ambientais. A gestão de resíduos sólidos é o conjugado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que um órgão público ou privado desenvolve a fim de coletar, segregar, tratar e dispor o resíduo de maneira adequada, considerando aspectos socioeconômicos, técnicos e ambientais. O Brasil encontra-se no processo de adequação às exigências mundiais em relação à disposição final de Resíduos Sólidos em Aterro Sanitário, e busca soluções para remediar as áreas degradadas pela disposição incorreta desses resíduos. O Aterro Controlado Jockey Club de Brasília - um dos maiores da América Latina, está fora das normas de disposição final de resíduos sólidos; onde o fluxo preferencial da pluma de contaminação apresenta risco de contaminação de córregos vizinhos a região, e estes são afluentes da futura fonte de abastecimento de Brasília. O presente artigo visa apresentar um diagnóstico da situação atual e alternativas viáveis do ponto de vista técnico e ambiental para a remediação do Aterro Jockey Club.

PALAVRAS-CHAVE: Remediação; Área Degradada; Resíduos Sólidos.

INTRODUÇÃO

A urbanização e industrialização, acompanhada pelo crescimento populacional, tem aumentado, consideravelmente, a geração de resíduos sólidos. Como parte final do processo de gerenciamento integrado, a disposição adequada dos resíduos deve ser concebida de forma a atender à legislação vigente, considerando os aspectos sociais, sanitários e ambientais, além de observar a questão econômica.

O gerenciamento de resíduos é o conjunto articulado de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento que um órgão público ou privado desenvolve (baseado em critérios sanitários, ambientais e econômicos) para coletar, segregar, tratar e dispor o resíduo de maneira ambientalmente correta, de acordo com o plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos (GIRS), que é exigido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2012).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos exigia que até 2014 fossem extintos todos os lixões do País, porém essa realidade não foi vista na prática, um exemplo é a própria área em estudo. Espalhada por uma área de mais de 190 ha na capital nacional, o Aterro Jockey Club de Brasília (JCB), também denominado como Lixão da Estrutural, está fora das normas de disposição final de resíduos sólidos urbanos (RSU). Apesar de ser qualificado pelo GDF como um “aterro controlado”, não passa de uma disposição final de forma totalmente inadequada, visto não contar com impermeabilização que previna a contaminação do solo e do lençol freático, com a qual deve contar um aterro controlado. Provocando elevado risco de contaminação a suas áreas vizinhas, como o Parque Nacional de Brasília, a nordeste, onde nasce o Córrego do Acampamento e a Cidade Estrutural como fronteira ao sudoeste.

A remediação do Aterro JCB consiste na recuperação de uma área extremamente degradada, pela contaminação causada pela disposição inadequada dos resíduos ao longo de mais de 50 anos. Nesse contexto, os impactos sobre os corpos hídricos tornam-se preocupantes, principalmente diante da possibilidade de contaminação de águas subterrâneas por infiltração no solo do chorume produzido no aterro. No Aterro JCB, essa situação é ainda mais crítica, visto que os mananciais da região são frequentemente utilizados pelos habitantes locais e fazem parte de uma importante bacia hidrográfica do Distrito Federal, a bacia do Lago Paranoá, que será a futura fonte para abastecimento de água de Brasília.

Diante desses fatores, o aterro do Jockey Club tem sido alvo de preocupação nos últimos anos, onde o desejo de recuperar a área já é expresso no Edital para Gestão de RSU do DF (GDF/2012). E essa situação agrava-se na medida em que a área destinada à deposição de lixo vem se aproximando do ponto de saturação; intensificando a necessidade de remediar a área degradada.

OBJETIVOS

O presente artigo visa apresentar um diagnóstico e elencar alternativas viáveis do ponto de vista técnico-ambiental para a remediação do Aterro Jockey Club de Brasília, de conformidade à legislação e às normas ambientais em vigor, atendendo a infraestrutura necessária, obedecendo às restrições de projeto e permitindo a valorização do terreno para destinação de outros usos.

O diagnóstico irá contemplar os aspectos históricos e culturais; o aspecto econômico; descrição da localização e caracterização da área de estudo; caracterização físico e ambiental; e caracterização do solo afim de oferecer ferramentas para o processo de escolha da técnica de remediação a ser aplicada. Nesse sentido, através do diagnóstico, pretende-se realizar estudos posteriores no que se referem às técnicas mais adequadas para Remediação do lixão, conforme Resolução CONAMA 420/09.

METODOLOGIA

Inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica para embasar o projeto de remediação. Conceituando termos básicos para o estudo; analisando a legislação vigente; e ponderando os diferentes métodos de remediação.

A Resolução CONAMA 420/09 – o qual estabelece as diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas – propõe as seguintes etapas que foram seguidas no projeto: identificação da área suspeita de contaminação; diagnóstico, com a investigação detalhada e avaliação do risco, com o objetivo de subsidiar a etapa de intervenção; na intervenção ocorre a execução de ações de controle para dedução do risco a níveis toleráveis e monitoramento, que consiste no acompanhamento e verificação da eficácia das ações executadas.

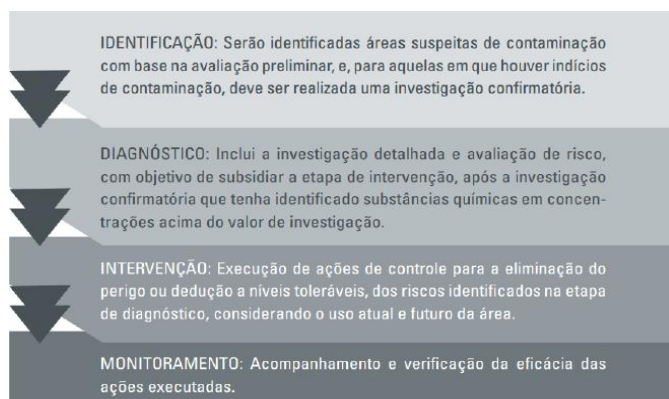


Figura 1 – Etapas do gerenciamento ambiental (Fonte: CONAMA 420/09)

A etapa de identificação não é necessária, pois a região do Aterro JCB é classificada como área contaminada sob intervenção (Aci), pois a contaminação com concentrações de substâncias químicas no solo ou nas águas

subterrâneas acima dos valores de investigação (VI) é iminente, sendo necessária uma ação imediata de intervenção e remediação do local. O diagnóstico foi realizado com estudos já efetivados no Aterro JCB, detalhando os aspectos físicos, históricos, sociocultural e econômico; além de ressaltar os estudos concretizados em relação ao risco gerado pela pluma de contaminação (chorume) do Aterro JCB. E por fim a proposta da etapa de monitoramento, embasada nos dados levantados pelo diagnóstico.

RESULTADOS E DISCURSÃO

DIAGNÓSTICO

O Aterro Jockey Club de Brasília (JCB), está situado na porção centro-oeste do Distrito Federal, em um alto topográfico - altitude aproximada de 1120m, funcionando como divisor de águas, onde, o alto topográfico corresponde ao resíduo sólido mais recente depositado, que caracteriza a disposição temporal do Aterro. Limitado a oeste pela nascente do Córrego Cabeceira do Valo, afluente do córrego Vicente Pires, pertencente à bacia hidrográfica do Riacho Fundo, também a oeste e sul pela “Vila Estrutural” cidade com aproximadamente 40.000 mil moradores, e a nordeste faz divisa com o Parque Nacional de Brasília (PNB), área de preservação ambiental onde nasce o Córrego do Acampamento, próximo à fronteira do Parque com o aterro, ou seja, se situa no divisor de duas bacias que deságuam no Paranoá - futura fonte de abastecimento de Brasília: o córrego do Acampamento, no Lago Norte, e Cabeceira do Valo, no Lago Sul (KOIDE e BERNARDES, 1998; JUNQUEIRA, 2000, SANTOS, 2004).

A área destinada à implantação e operação do aterro tem um formato trapezoidal, com área inicial de 174 ha, posteriormente expandida para cerca de 190 ha, sendo utilizado a mais de 50 anos. Atualmente, existe uma cerca que separa a área de disposição de resíduos de suas adjacências, porém na porção sul da região, que já fez parte do aterro, encontra-se, há alguns anos, invadida por famílias de baixa renda.

O principal local de deposição de resíduos no DF é o Aterro JCB, também denominado como Lixão da Estrutural, embora seja classificado pelo GDF como um “aterro controlado”, não passa de uma disposição final de forma totalmente inadequada, visto não contar com impermeabilização que previna a contaminação do solo e do lençol freático, com a qual deve contar um aterro controlado. Além disso, não há qualquer controle do sistema de drenagem superficial ou subterrâneo. O Distrito Federal produziu 851.206 toneladas de resíduos sólidos no ano de 2013, segundo a SLU; onde a maior parcela é destinada ao Aterro JCB, diariamente aproximadamente 2700 toneladas de resíduos sólidos urbano (RSU) são lançadas no aterro sem os devidos cuidados técnicos e mais 6000 toneladas de resíduos da construção civil (SLU, 2014; CB, 2014).

O lixão foi criado após a inauguração de Brasília, em meados de 1960 e os primeiros barracos de catadores de lixo surgiram alguns anos depois. Na década de 1990 já havia quase 100 famílias morando nas proximidades deste. Dessa invasão surgiu a Cidade Estrutural, que recebe este nome devido à proximidade com a Rodovia Estrutural (EPCL- DF – 095/BR 070), que é o acesso para a mesma (GDF, 2011 apud SANTOS et al, 2012).

Inicialmente, no período de 1977 a 1978 (Figura 2) o resíduo sólido urbano era disposto a céu aberto em trincheiras pelo método de rampas, onde o próprio solo retirado para a abertura de uma célula era usado para cobrir a célula adjacente já utilizada. A profundidade das trincheiras variava em 2 a 4 metros, e o resíduo depositado era compactado e recoberto com uma camada de solo de aproximadamente 50 cm de espessura. Esta área hoje se encontra fora dos limites atuais do Aterro JCB, sendo habitada por moradores que utilizam água de poços. Estudos realizados nessa área indicaram a contaminação do lençol freático subjacente e indícios de que a pluma de contaminação do lençol proveniente da porção nordeste dessa parte antiga movimenta-se na direção do Córrego do Acampamento (KOIDE e BERNARDES, 1998; SANTOS, 1996).

De 1978 a 1995 a deposição dos resíduos se desdobrou nas direções nordeste e sudoeste (próximo ao vale do córrego Cabeceira do Valo), sendo considerada a porção intermediária do Aterro. Os resíduos foram depositados em valas com 20 a 30 m de largura, 100 a 80 m de comprimento e 2 a 3m de profundidade. No início de 1995, a disposição do resíduo sólido no aterro cobriu completamente a área intermediária, sendo observado o prolongamento da área de deposição em direção à porção norte do Aterro Jockey Club (CAVALCANTI, 2013).

No período de 1995 a 1996 a porção norte foi completamente coberta pelo depósito de resíduos. Conforme Koide e Bernardes (1998) relatam, a espessura das camadas de resíduos sólidos urbanos nesta região eram

superiores as porções mais antigas, devido à escassez de área disponível e parte das áreas naquela época permaneciam longo tempo sem recobrimento, causando problemas na concentração de vetores, animais e catadores transitando na área, além da tal prática favorecer a infiltração da precipitação, gerando maiores quantidades de percolado, propagando mais facilmente a contaminação. De 1996 até hoje, parte da porção intermediária, é utilizada para a deposição do resíduo sólido urbano, através do “método da área”, que o empilhamento desse resíduo em tronco piramidal (CAVALCANTI et al, 2014).

Durante todas as fases operacionais do aterro a impermeabilização de base, quando ocorreu, foi realizada apenas com compactação descontrolada do solo de fundação, sem qualquer tipo de projeto ou mesmo sem o uso de equipamentos adequados. Nenhum tipo de sistema de drenagem foi implantado, salvo a partir de 1999, quando foram instalados sistemas de drenagem de chorume e de gases, mas somente abrangendo os resíduos sólidos urbanos que foram depositados a partir dessa época. Toda a área continua sem qualquer tipo de impermeabilização (JUNQUEIRA, 2000).

Por fim, com a utilização praticamente total da área disponível, o lixo produzido nos últimos anos vem sendo depositado sobre as camadas já aterradas nas porções norte e intermediária do aterro do Jockey Club. Hoje, podem ser observadas grandes “montanhas” de lixo compactado, as quais permanecem em sua maior parte, longos períodos sem recobrimento. A área total degradada pela deposição de resíduos sólidos, incluindo a porção antiga do aterro, pode ser estimada em aproximadamente 200 hectares (CARNEIRO, 2002).

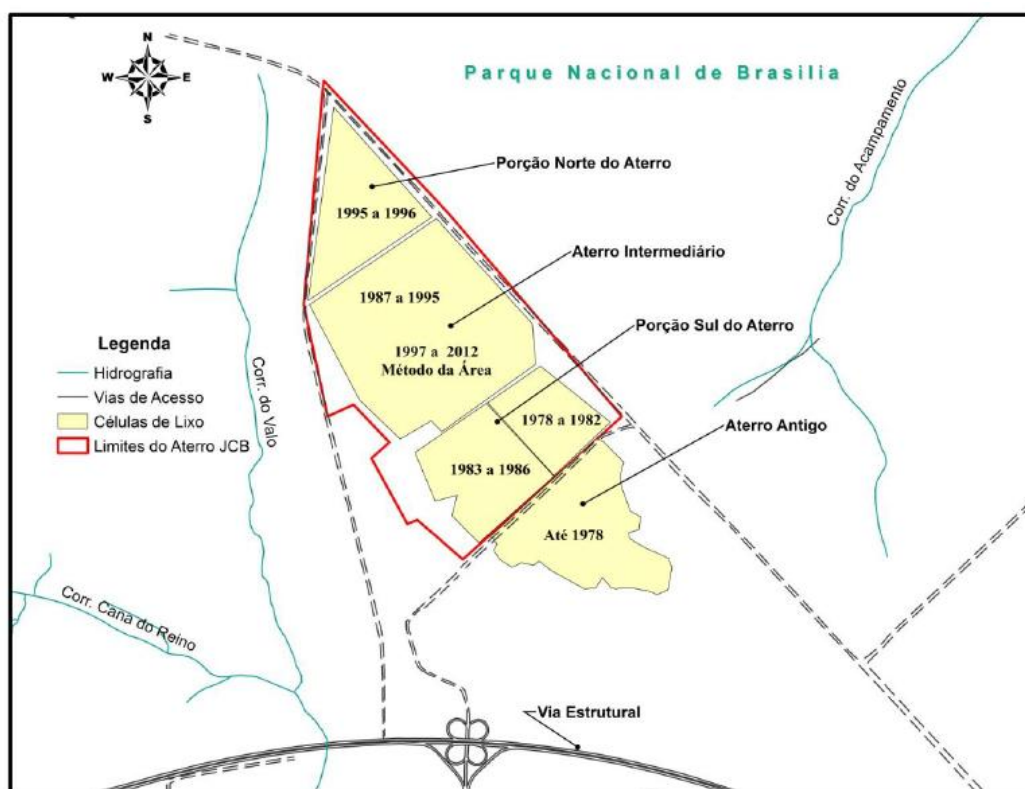


Figura 2 - Deposição temporal do resíduo sólido na área do Aterro do JCB (SANTOS, 1996 - adaptado).

Bernardes et al (1999) utilizando sondagens mecânicas efetuadas, elaboraram um modelo das seções geológico-geotécnicas da área do aterro (Figura 5). O modelo aborda quatro tipos de solos, com as respectivas características:

- Solo residual laterítico e solo coluvionar laterítico: constituído de camadas de argila arenosa, vermelha-escura, com elevada porosidade, a qual diminui com a profundidade. Valores de permeabilidade variando entre 10^{-4} e 10^{-6} cm/s em função da profundidade e distribuição espacial. A espessura desta camada é variável para o solo residual laterítico, variando entre 10 a 15 metros, e para o solo coluvionar laterítico variando entre 15 a mais de 25 metros.

- Solo de cascalho laterítico: composto basicamente por cascalho, apresentando N_{SPT} geralmente elevado, de 12 a 45 golpes. A espessura desta camada é aproximadamente 2,0 metros, não sendo contínua e encontrando-se no topo dos solos saprolíticos e na zona de oscilação do nível freático.
- Solo saprolítico de ardósia composto por silte argiloso de com baixa porosidade, apresentando valores de permeabilidade de campo inferiores a 10^{-6} cm/s. Solo saprolítico de quartzito composto essencialmente por areia fina amarela/ branca, com N_{SPT} elevado (12 a impenetrável) e valores de permeabilidade com magnitude da ordem de 10^{-3} a 10^{-4} cm/s.

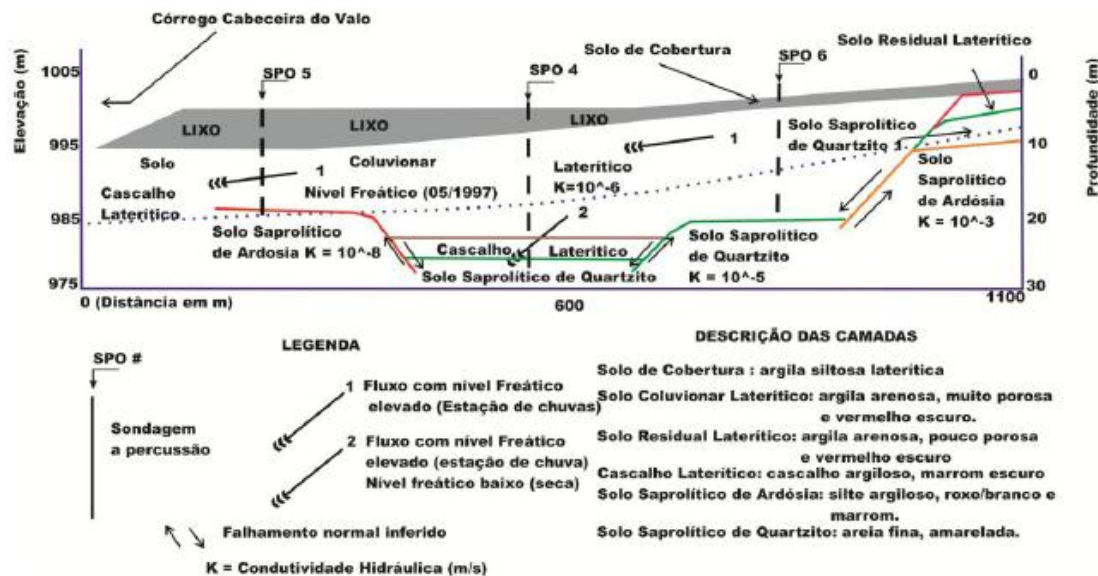


Figura 3 – Seção geológico-geotécnica do Aterro JCB. Sentido oeste para leste (BERNARDES et al, 1999).

Pereira et al. (1997) detectaram falhas, a partir de sondagens e mapeamento da região, que torna ainda mais delicada a questão da propagação de contaminantes - onde o plano de falha parece concordar com o sistema de alinhamento NE- que condiciona o direcionamento de alguns corpos d' água, como o Córrego do Acampamento, uma vez que o falhamento expõe rochas arenosas, originalmente intercaladas às ardósias. A maior permeabilidade das rochas arenosas, aliada ao plano preferencial de escoamento (permeabilidade secundária causada pelo tectonismo) tornam-se caminhos potenciais de infiltração de contaminantes, podendo vir a comprometer as camadas mais profundas de água subterrânea (PEREIRA, 1997; JUNQUEIRA, 2000).

Considerando-se que tanto os solos saprolíticos de quartzito quanto os solos residuais e coluvionares lateríticos são solos relativamente permeáveis e, que o lençol freático apresenta-se em profundidades regulares, pode-se admitir o seguinte modelo hidrogeológico para o fluxo de água subterrânea na área. As camadas de solo lateríticos porosos e solo saprolítico de quartzito tem praticamente o mesmo comportamento hidráulico, ou seja, são camadas permeáveis através das quais as águas superficiais, essencialmente pluviais, se infiltram e escoam em subsuperfície (BERNARDES et al, 1999).

O fluxo de águas ocorre em direção ao Córrego Cabeceira do Valo apresentando as duas seguintes particularidades relevantes: na época de lençol freático elevado - período chuvoso, o nível d' água situa-se acima do topo da camada de ardósia, e o fluxo das águas subterrâneas ocorre tanto pelas camadas permeáveis localizadas acima da camada de cascalho laterítico como pelas camadas permeáveis que preenchem os grabens. Já na época de lençol freático baixo - nível de águas subterrâneas abaixo do topo da camada de ardósia, o fluxo de águas ocorre apenas pelo solo coluvionar que preenche os grabens, pois a ardósia funcionando como uma barreira impermeável faz com que a direção do fluxo siga a direção NE dos grabens (BERNARDES et al, 1999).

Campos e Freitas-Silva (1998) apresentaram uma subdivisão dos sistemas aquíferos do Distrito Federal, incluindo os domínios poroso e fraturado (Tabela 1).

Tabela 1: Sistemas Aquíferos do Distrito Federal, seus domínios e as médias das vazões (CAMPOS e FREITAS SILVA, 1998)

Aquífero (Sistemas/ Subsistemas)	Medidas das vazões (l/h)
Domínio Poroso	
Sistemas P1, P2, P3 e P4.....	>800
Domínio Fraturado	
Sistema Paranoá	
Subsistema S/A	12.700
Subsistema A.....	4.390
Subsistema Q3/R3.....	12.200
Subsistema R4.....	6.150
Subsistema PPC.....	9.100
Sistema Paranoá	
Subsistema F	7.500
Subsistema F/Q/M.....	33.000
Sistema Bambuí.....	5.210
Sistema Araxá.....	3.150

A recarga dos aquíferos no domínio poroso ocorre pela precipitação pluvial. Onde a água infiltrada ocupa os espaços vazios intergranulares dos meios geológicos. O domínio poroso é caracterizado com espessura entre 15 a 25m, e de boa homogeneidade (CAMPOS e FREITAS-SILVA, 1998).

No domínio fraturado ocorre um vínculo com as várias unidades litoestratigráficas que ocorrem na região de Brasília/DF (Figura 4.11). A acumulação e recarga desse domínio é por planos de fratura, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas nos meios rochosos. Podendo ser livres ou confinados e de elevada heterogeneidade e anisotropia. Na região do DF, o domínio fraturado limita-se a grandes profundidades (250 metros), tendo a densidade das descontinuidades do corpo rochoso como controlador da condutividade hidráulica.

Sua recarga se dá de forma indireta, pela infiltração das águas de precipitação pluviométrica (CAMPOS e FREITAS-SILVA, 1998). Segundo Santos (1996) a recarga do domínio fraturado ocorre de três maneiras: infiltração indireta com água oriunda do manto de solos de cobertura; indiretamente, por escoamento superficial de água, com ocorrência do leito de drenagem com a zona de descontinuidade do embasamento rochoso, infiltração direta com o afloramento de rochas permeáveis.

Conforme Campos e Freitas-Silva (1998) o Sistema Paranoá (subsistema S/A), do domínio fraturado, é representado pela litologia pertencentes à Unidade Metassilitito do Grupo Paranoá. De acordo com a Figura 4.11, o subsistema A está relacionado a áreas de afloramento da Unidade Ardosiana, o subsistema R4 é caracterizado litologicamente por metarritimito argiloso e o subsistema PPC está relacionado a litologia da Unidade Psamo-Pelito Carbonatada. O subsistema R3/Q3, por apresentar características hidrogeológicas bastante similares, fica relacionado à unidade Quartzito Médio e Metarritimito Arenoso.

Mesmo que o solo tenha o efeito atenuante, Junqueira (2000) ressaltou a elevada concentração de contaminantes no chorume produzido, além da possibilidade da existência de caminhos preferenciais de percolação e de diversos fatores que possam influenciar a capacidade de atenuação ao longo de todo o perfil do solo. Nesse sentido, foi apontada a necessidade da execução de um programa de monitoramento de qualidade da água que possa acompanhar a evolução do aporte de contaminantes ao lençol.

A topografia do Aterro Jockey Club é caracterizada em um alto topográfico local, com rebaixamento altimétrico em distintas direções, funcionando como divisor de águas, vislumbrada na Figura 4, onde, o alto topográfico corresponde ao resíduos sólido mais recente depositado como defendido na Figura 2, que caracteriza a disposição temporal do Aterro.

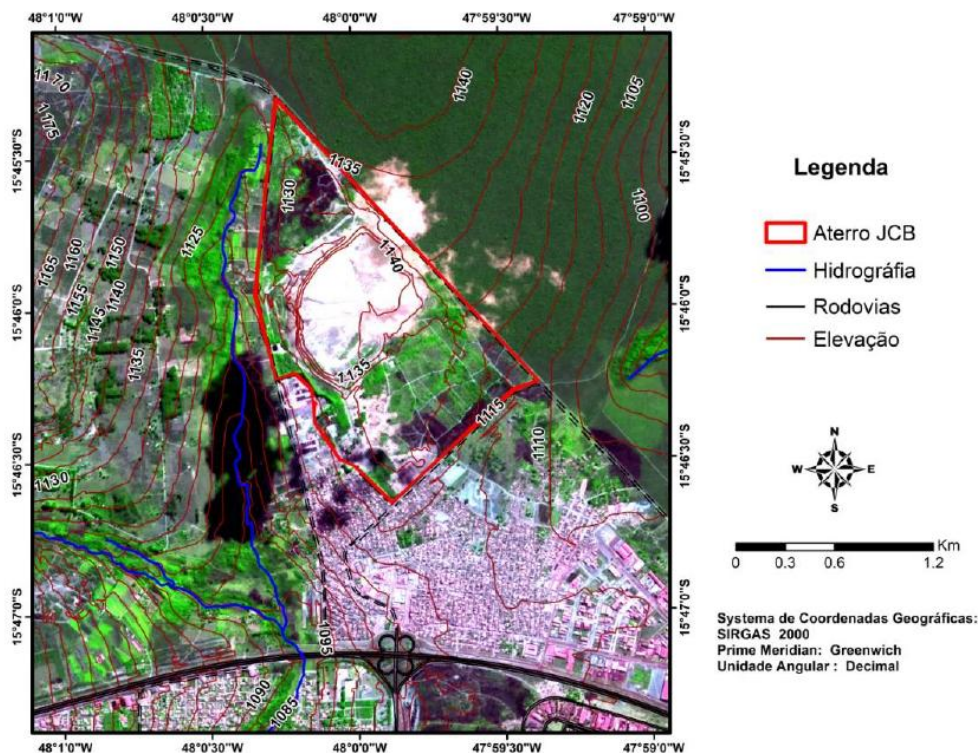


Figura 4 – Mapa topográfico da área do Aterro JCB e vizinhanças.

Analisando o perfil topográfico, de sentido oeste- leste, com visada para norte (Figura 5) é observado a ocorrência de dois gradientes de escoamento preferencial, um em direção ao córrego Cabeceira do Valo (Oeste) e outro em direção ao Parque Nacional (leste). Com uma declividade mais evidente a oeste é provável um fluxo subterrâneo preferencial nesta área (CAVALCANTI, 2013).



Figura 5- Perfil topográfico do Aterro JCB no sentido Oeste – Leste, visada para norte (CAVALCANTI, 2013).

O estudo realizado por Carneiro (2002), que produziu modelos matemáticos de fluxos subterrâneos (para os anos de 2010, 2030 e 2050 - Figura 6) na área do Aterro JCB comprovam essa tendência, apontando duas tendências principais do fluxo da pluma contaminante no subsolo: uma em direção ao Parque Nacional de Brasília; e outra em direção ao córrego Cabeceira do Valo.

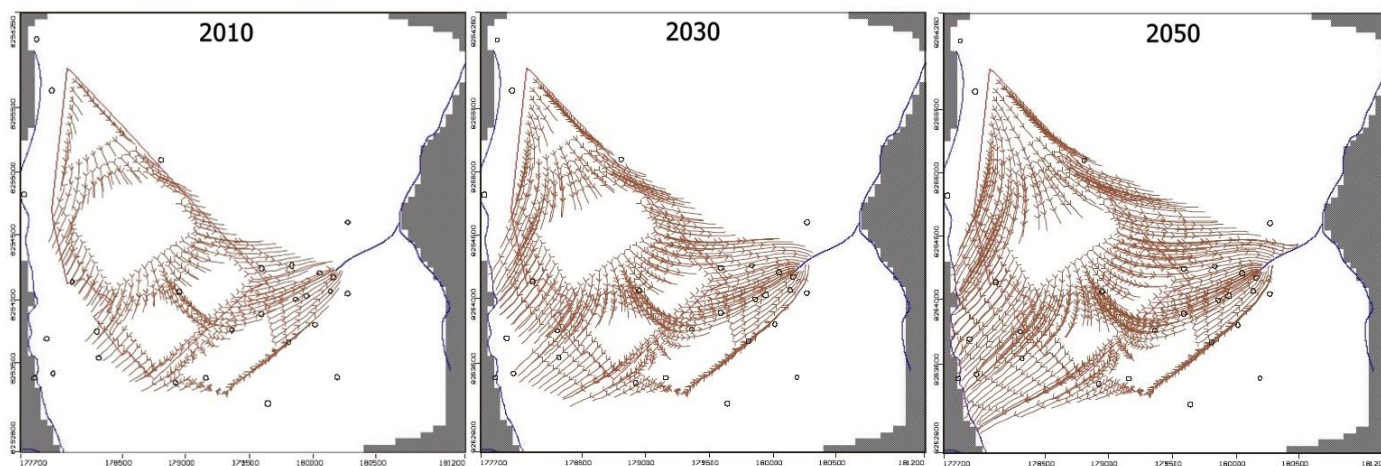


Figura 6 - Modelagem matemática para o fluxo da pluma do Aterro JCB, com duas tendências, para os anos de 2010, 2030 e 2050 (CARNEIRO, 2002 - adaptada).

Sendo assim, o principal objetivo do plano de remediação a atenuação e contenção da pluma de contaminação gerada pelo chorume, que apresenta risco eminente de contaminação do Córrego Cabeceira do Valo e o Córrego do Acampamento, podendo comprometer a qualidade da água de abastecimento de Brasília futuramente.

PROPOSTAS E ALTERNATIVAS PARA REMEDIAÇÃO

O projeto de Remediação do Aterro Jockey Club consiste em recuperar a área onde atualmente são dispostos os RSU gerados, corrigindo-se assim o passivo ambiental existente. As alternativas propostas para Remediação do Aterro JCB buscam a estabilidade química do local, tendo como objetivo maior a contenção e atenuação da pluma de contaminação gerada pela percolação do chorume. As alternativas visam o fechamento total do Aterro JCB, adiada para janeiro do ano de 2015 e a definição de um novo uso para o local.

As medidas de remediação são divididas em dois tipos: medidas de contenção ou isolamento da contaminação, que será proposto através de barreiras físicas – vertical e impermeabilização do solo; e medidas para o tratamento dos meios contaminados, através da barreira hidráulica e atenuação natural, visando à redução dos níveis de contaminação a níveis aceitáveis ou previamente definidos. Medidas de contenção e tratamento podem ser adotadas conjuntamente. Dessa forma, pode-se considerar que o termo “recuperação” engloba os termos “remediação” (contenção e tratamento) e “compatibilização ao uso atual ou futuro da área” (CETESB, 2001).

Um dos principais objetivos do estudo é a atenuação e contenção da pluma de contaminação gerada pelo chorume, que apresenta risco eminente de contaminação do Córrego Cabeceira do Valo e o Córrego do Acampamento, podendo comprometer a qualidade da água de abastecimento de Brasília futuramente. A composição do chorume varia de aterro para aterro e até mesmo dentro de um mesmo aterro com o tempo. As razões estão relacionadas às características da população geradora dos resíduos (nível e características de vida socioeconômico-culturais), topografia e geologia do local do tratamento e/ou destino final dos resíduos, formas de coleta dos resíduos, e ainda, às características hidrológicas e climáticas da região.

Para a recuperação ambiental das áreas encerradas, em especial a área intermediária de 58,22 hectares, recomenda-se contemplar, no mínimo, a execução de serviços de drenagem de gases, drenagem de águas pluviais, drenagem e tratamento do chorume, e camada de cobertura final com solo e execução de serviços de revegetação propostos para cada local, contando com plantio de grama e espécies arbóreas nativas, com o plano geral a ser submetido ao órgão ambiental competente.

Os trabalhos de remediação serão contínuos e monitorados – em todo o processo, tendo em vista o caráter emergencial e que todos os elementos para a sua execução estarão disponíveis dentro da área de projeto. O sistema de monitoramento norteará todo o processo de remediação, sendo ele o embasamento para execução do projeto, desde o diagnóstico mais detalhado até o encerramento; certificando a eficácia da remediação, através da avaliação e ajustes do planejamento original, condicionando as mudanças necessárias no decorrer do empreendimento. Assim sendo, é indispensável à existência de um programa de monitoramento permanente, sistemático e abrangente das diversas instalações que irá compor a remediação do Aterro JCB, uma vez que este fornecerá as informações necessárias para a proposição de medidas corretivas com o objetivo de atingir os resultados esperados.

Além das obras mínimas a serem realizadas, foram levantadas quatro alternativas, que podem ser conciliadas:

- Alternativa I - Barreiras Verticais do tipo parede diafragma plástica, com intuito de conter a propagação da pluma aos corpos hídricos e evitar a contaminação das águas subterrâneas, por meio do impedimento de fluxos horizontais de água contaminada do material isolado para o solo adjacente;

No estudo de Carneiro (2002) foram observadas duas tendências de contaminação do lençol freático: uma em direção à nascente do córrego do Acampamento e outra em direção ao córrego Cabeceira do Valo, particularmente mais a jusante de sua nascente. Sendo esses pontos, o principal foco da aplicação das Barreiras Verticais, com intuito de conter a propagação da pluma aos corpos hídricos e evitar a contaminação das águas subterrâneas (Figura 7), por meio do impedimento de fluxos horizontais de água contaminada do material isolado para o solo adjacente.

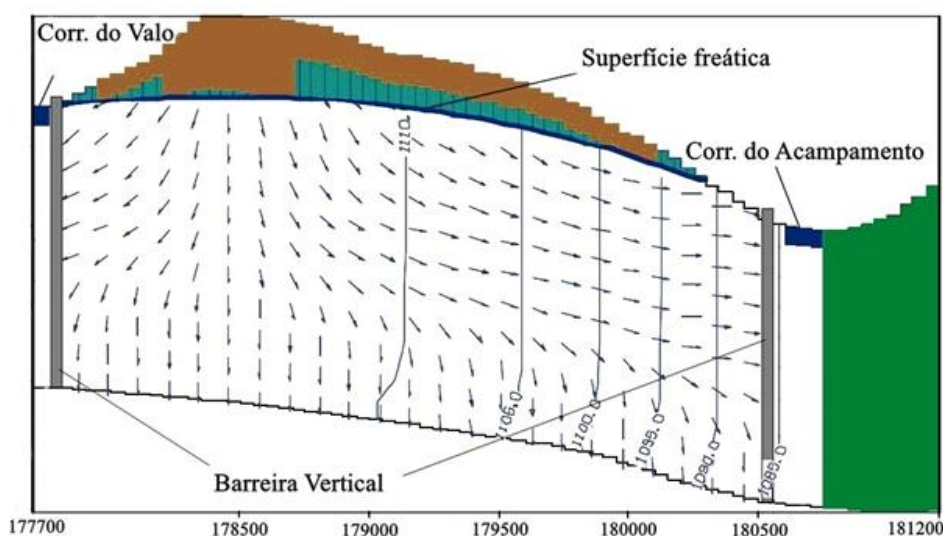


Figura 7 - Funcionamento da barreira vertical contendo o fluxo sub-superficial: Seção transversal(exagero vertical de 15 vezes); representação em corte (CARNEIRO, 2002 – modificada)

Nesse sentido, nessa alternativa de remediação optou-se pela utilização da técnica de construção de uma parede diafragma plástica - é uma barreira vertical escavada com a utilização de coulis (mistura de cimento, bentonita e água), com o objetivo de conter a percolação horizontal do lixiviado. Para melhorar sua eficiência, a parede deve penetrar na camada de solo impermeável subjacente.

- Alternativa II - Células impermeáveis na porção norte e sul - nas células mais antigas do Aterro JCB - consiste na impermeabilização das células com o uso de geomembranas - no eixo horizontal ao fundo, com o intuito de homogeneizar a topografia, através do processo de codisposição, intercalando os resíduos velhos e os resíduos novos, criando células com mesma altura observada no alto topográfico, causado pela disposição na região intermediária, dando continuidade ao uso do Aterro JCB;

Nessa alternativa o Aterro JCB continuará recebendo os resíduos sólidos de Brasília até a liberação do Aterro de Samambaia; visto que o processo de licitação do Aterro de Samambaia foi suspenso pelo Tribunal de Contas do DF por quatro vezes. Segundo o SLU (Serviço de Limpeza Urbana), o aterro de Samambaia deveria ficar pronto até dezembro deste ano, mas o mesmo não está sendo utilizado; tendo este a área quase 6 vezes menor (32 ha) que o Aterro JCB, e sua vida útil de aproximadamente 10 anos. A capacidade do Aterro de Samambaia é muito baixa para produção atual de Brasília, e rapidamente será saturado; sendo necessário uma solução a longo prazo.

A codisposição tem sido outra forma para o tratamento de resíduos sólidos dispostos inadequadamente, ou seja, uma solução provisória tecnicamente viável para a disposição de resíduos “antigos” devidamente caracterizados e classificados, em conjunto com resíduos sólidos “novos”. A codisposição pode ser entendida como a deposição de forma consciente de resíduo sólido urbano, visando obter uma atenuação do lixiviado gerado por estes (BRITO, 1999).

As operações básicas na instalação das células do lixão podem ser resumidas em: limpeza do terreno onde será instalada a célula de tratamento; escavação da célula de tratamento; compactação de fundo; nivelamento e retirada de solo solto de dentro da célula. Após os serviços iniciais de escavação inicia-se o processo de instalação do sistema de drenagem de gases e chorume.

As áreas estão em um baixo topográfico, totalizando aproximadamente 70 ha, criando células que ocupem o vazio nas laterais da porção intermediária e vão diminuindo a altura nos postos mais ao norte e sul (Figura 8); a remediação deve ser executada em etapas com a remoção e relocação dos resíduos dentro dessa área, evitando-se a possível contaminação de outros espaços.



Figura 8 – Volume disponível - Perfil topográfico do Aterro JCB no sentido Norte – Sul, visada para leste (CAVALCANTI, 2013 - modificado).

- Alternativa III - A barreira hidráulica constituída por poços verticais de bombeamento e ponteiros filtrantes, que são instalados ao longo de uma linha, geralmente no limite da pluma de contaminação ou dentro da própria pluma, alterando o fluxo da mesma e tratando o líquido bombeado. Poços verticais de bombeamento e ponteiros filtrantes são instalados ao longo de uma linha, geralmente no limite da pluma de contaminação ou dentro da própria pluma.

O número e a disposição de poços e ponteiros filtrantes são objeto de projeto e dependem das propriedades geotécnicas do solo, bem como do local e da profundidade da pluma de contaminação. São eficientes quando implantados em solos permeáveis, com coeficientes de permeabilidade superiores a 10^{-4} cm/s e homogêneos, sem presença de camadas mais permeáveis preferenciais para o fluxo (BOSCOV, 2008).

Em função da permeabilidade do solo, da vazão e direção do fluxo da pluma de contaminação, prevê a instalação de três barreiras hidráulicas com profundidade entre 2 a 5 m, abrangendo uma extensão de 300m, podendo esta variar de acordo com a eficiência da barreira. Sendo necessário o monitoramento prévio in situ do terreno, para garantir a eficiência da drenagem e direcionar a perfuração.



Figura 9 – Localização – Barreiras Hidráulicas; Aterro JCB (Fonte: Google earth, 2014)

- Alternativa IV - A atenuação natural monitorada, que consiste na resposta natural de sistemas hidrológicos à contaminação, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos que, sob condições favoráveis, agem sem intervenção humana, reduzindo massa, toxicidade, mobilidade, volume ou concentração de contaminantes no solo ou nas águas subterrâneas com o tempo ou distância da fonte.

O subsolo age como um reator bioquímico, alterando o contaminante em seu caminho da fonte ao receptor. A biodegradação é o mais importante mecanismo destrutivo, enquanto mecanismos não-destrutivos incluem sorção, dispersão, diluição por causa de recarga e volatilização (BOSCOV, 2008). A atenuação natural monitorada pode ser considerada uma alternativa de remediação. A Agência de Proteção Ambiental dos EUA a define como: a confiança no processo de atenuação natural (dentro do contexto de controle e monitoramento cuidadosos) para atingir objetivos de remediação específicos para cada local dentro de um tempo que é razoável comparado com o oferecido por outros métodos mais ativos (EPA, 2007 apud BOSCOV, 2008).

Para isso são necessárias as avaliações de impactos potenciais de longo prazo, do potencial e das limitações da atenuação natural, bem como o projeto de sistemas para monitorar detalhadamente o desempenho da remediação por atenuação natural. Sendo necessária a realização de uma campanha de ensaios químicos em amostras de solo e água subterrânea coletadas na região para prover um diagnóstico preciso da contaminação.

Com base no diagnóstico de contaminação, no monitoramento e na modelagem matemática, pode-se decidir se o desempenho da atenuação natural monitorada é adequado como meta de remediação do Aterro JCB.

AValiação das Alternativas

O capitalismo em conjunto com o processo de urbanização e industrialização, tem exigido uma nova dinâmica para a gestão dos resíduos sólidos - há uma elevada produção de resíduos, o qual demanda muito espaço para sua disposição final - o território vem sendo usado de maneira ineficiente, sem nenhuma preocupação ecológica ou medidas de mitigação, encetando os múltiplos processos de degradação do solo. O Brasil encontra-se a caminho das adequações às exigências mundiais em relação à projeção de aterros sanitários e remediação de áreas já degradadas. Porém vemos que o processo é lento e burocrático, sendo que ações emergenciais do âmbito ambiental são deixadas de lado, como o funcionamento de um “aterro controlado” a mais de meio século em plena capital federal.

Os lixões são classificados como área contaminada sob intervenção (Aci), sendo necessária uma ação imediata de remedição dessas áreas, e o projeto em estudo visa justamente apresentar uma solução para o atual problema do Distrito Federal, contemplando as diferentes tecnologias aplicáveis, elencando alternativas viáveis do ponto de vista técnico, econômico, ambiental e social, em harmonia com a legislação e as normas ambientais em vigor; já propendidas no Edital para Gestão de RSU do DF (GDF/2012), o qual prevê investimentos para o empreendimento na concessão.

Para o gerenciamento de áreas contaminadas, é necessário identificar todos os impactos possíveis causados pela contaminação, antes e após a remediação, investigações para diagnóstico e que participarão da construção e da operação da técnica de recuperação escolhida. O processo de monitoramento é de extrema importância para este processo, pois é ele que dará embasamento para proposições e garantirá a eficácia da remediação, além de indicar a necessidade de uma nova interferência ou não. Durante todo o desenvolvimento do projeto, salientou-se a necessidade de realização de estudos e monitoramento, que diagnostiquem a situação atual do Aterro JCB.

Dentro do diagnóstico realizado, os cenários futuros simulados (CARNEIRO, 2002) e estudos já realizados, indicaram a gravidade da situação e a fragilidade da região do Aterro JCB, que prevê a dispersão da contaminação oriunda do aterro para as duas bacias hidrográficas adjacentes – que são afluentes de tributários do Lago Paranoá, podendo comprometer o abastecimento de Brasília no futuro, com consequências deletérias para uma grande parcela do lençol freático da região. Diante da magnitude do problema ambiental, qualquer proposição de solução será complexa.

Para a alternativa de barreiras verticais, deve ser considerado que a permeabilidade do local pode inviabilizar o uso desta alternativa, visto que nenhum dos solos apresenta o coeficiente de permeabilidade de $<10^{-7}$ cm/s –

solos impermeáveis; sendo necessário para garantir sua eficiência que a parede penetre na camada de solo impermeável subjacente. Devendo também considerar que a pluma possa contornar a barreira, pois esta não abrange toda a extensão estipulada pela modelagem matemática calculada por Carneiro, 2002 para o fluxo da pluma de contaminação do Aterro JCB. Ambas conclusões levantadas devem ser confirmadas através do monitoramento. Em relação ao custo, observa-se que esta alternativa é mais viável que a alternativa II.

O elevado comprimento das barreiras verticais deve ser analisado, podendo ser inviável em relação aos custos econômicos e tensões geradas pela elevada extensão, deve ser analisado novas alternativas de estudo. Porém tal técnica pode ser viável para a contenção da pluma; podendo ser utilizada com outra técnica de remediação, exemplo, a barreira hidráulica (alternativa IV), onde esta atuaria pontualmente no fluxo desviado pela barreira vertical, sendo necessário um estudo in situ da região.

A alternativa II é excelente do ponto de vista governamental, pois permitir o uso temporário do Aterro JCB e transforma as porções mais antigas em um aterro sanitário, com todas as medidas de proteção necessária. Porém esta envolve uma área vasta de aproximadamente 70 ha, onde todo o resíduo será permutado, a fim de garantir a impermeabilização horizontal da área sul e norte; podendo inviabilizar economicamente o empreendimento, além de não conter a pluma de contaminação de imediato – a qual já é comprovada sua influência nos corpos hídricos superficiais vizinhos a área estudada.

As alternativas que envolvem grandes volumes de escavação, como as trincheiras drenantes escavadas e os poços de grande diâmetro, estão atualmente caindo em desuso justamente em razão dos elevados volumes de água e solo contaminados gerados durante a implantação e que devem depois ser dispostos. Ademais, também causam interrupção das atividades do local durante a construção (BOSCOV, 2008). Entretanto a alternativa III, - Barreira Hidráulica – é a que apresenta uma melhor solução para o risco apresentado pela propagação da pluma de contaminação para o Córrego Cabeceira do Valo (SO) e o Córrego do Acampamento (SE), impedindo o avanço da pluma e tratando todo o líquido drenado; sendo a de mais rápida atenuação e execução.

A permeabilidade é um dos itens fundamentais para a aplicação da barreira hidráulica, condicionando a circulação de líquidos e gases dentro da massa de resíduos. Quanto maior o grau de compactação, menor será a permeabilidade final do maciço, impedindo a circulação e liberação do chorume produzido (JUNQUEIRA, 2000). Estudos feitos por Pereira et. al. (1997), apontam valores de permeabilidade para os resíduos do Aterro JCB em torno de $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ cm/s}$, valor relativamente alto, permitindo a rápida percolação da água infiltrada e uso do método sugerido. Porém, tal medida pode ser inviável em determinadas regiões propostas, devido à permeabilidade e profundidade dos solos, podendo estes apresentar baixa permeabilidade, além de ser necessário considerar o comportamento do solo no período da seca, bem caracterizada para região estudada, com umidades baixíssimas, que influenciam diretamente no balanço hídrico do solo, além da extensão exigida.

O processo de atenuação natural pode ser observado por imagens aéreas do Aterro JCB e visitas ao local, nas regiões mais antigas (porção norte e sul do Aterro JCB), além de comprovadas por alguns estudos realizados; porém faz-se necessário o monitoramento dessas áreas para acompanhar o processo de atenuação e sua eficácia.

Na tabela abaixo foi analisado as alternativas propostas de acordo com a coloração, onde o verde representa viável e o vermelho praticamente inviável, sendo o amarelo meio termo. Os itens foram analisados de maneira simples, podendo ponderar os itens de acordo com a ótica adotada.

Em conjunto da execução dos serviços básicos levantados no item 4.2.2 – Especificação Técnica Básica. Dentro das alternativas levantadas a melhor solução será a conjugação do uso da barreira hidráulica (alternativa III) – que irá conter a pluma de contaminação, e o risco de contaminação dos corpos hídricos vizinhos ao aterro JCB – e atenuação natural monitorada (alternativa IV) – monitorando todo o processo natural e dando a base para ação, se necessário, da intervenção antrópica no processo, podendo esta última alternativa ser acelerada pelos processos de biorremediação in situ, como recomendado no estudo de Carvalho, 1997. Ou o uso de barreiras verticais (alternativa I), que visa conter o avanço da pluma, conjunto a atenuação natural. Em ambas soluções atenua-se o risco de contaminação dos córregos – Acampamento e Cabeceira do Valo.

A alternativa II – células impermeáveis cria um atrativo para o governo do Distrito Federal, pois possibilita o uso da região por um determinado período. Sendo necessário uma ação para conter a pluma, pois essa solução-alternativa II- por si só, não contém a pluma de imediato.

Tabela 2 – Avaliação das Alternativas

	Contenção da pluma de contaminação	Tratamento da pluma de contaminação	Impermeabilização do solo	Atenuação do risco de contaminação dos córregos	Possibilita o uso para disposição de RSU	Viabilidade Física	Viabilidade Econômica	Ação complexa de engenharia	Exige estudo prévio antes da instalação	Recomenda-se o uso simultâneo com a alternativa
Barreiras Verticais – I										III; IV
Células Impermeáveis – II										I;III;IV
Barreira Hidráulica – III										II;IV
Atenuação Natural - IV										I;II;III

Legenda: Positivo    Negativo

CONCLUSÃO

Este projeto teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre remediação e diagnóstico da área de estudo - o Aterro Jockey Club de Brasília, onde 190 ha encontram-se totalmente degradados pela deposição de resíduos sólidos de maneira incorreta no local. A fim de propor alternativas que busquem a estabilidade química do Aterro JCB; viabilizando seu uso futuro, sem oferecer risco à sociedade e ao meio ambiente.

O diagnóstico realizado indica a gravidade e fragilidade em que o Aterro JCB se encontra, pois prevê a dispersão da contaminação oriunda do aterro para os córregos vizinhos (Córrego do Acampamento, a NE e Córrego Cabeceira do Valo, a oeste). Embasando assim as alternativas para remediação.

Dentro das alternativas propostas, destaca-se o uso conjugado das barreiras verticais (que contém a pluma de contaminação) e atenuação natural. E das barreiras hidráulicas (o qual altera o fluxo de contaminação e ainda permite o tratamento da pluma) com atenuação natural. E a codisposição (alternativa II), que prevê o uso do Aterro JCB para disposição de resíduos sólidos urbanos futuros.

Para estudos futuros recomenda-se; um monitoramento minudenciado do local através da execução de um programa de amostragem do lençol freático, para a verificação das condições de variação temporal das concentrações de contaminantes em diferentes períodos do ano; execução de um programa de amostragem do lençol freático orientado para a detecção de metais pesados e elementos-traço, onde sejam utilizados equipamentos de coleta, procedimentos de campo e métodos analíticos apropriados para a minimização de interferências nos resultados

Além do mapeamento da área onde efetivamente se tem resíduo aterrado, principalmente nas porções mais antigas do aterro; estudos complementares mais detalhados sobre as condições de contenção, atenuação e retardamento de contaminantes nos solos da região, que permitam a remediação do local; uma estimativa de orçamento para as propostas de remediação, com a finalidade realizar uma análise custo/benefício e comparar a viabilidade das alternativas.

O estudo salienta a necessidade de uma ação emergencial, visto a gravidade do impacto ambiental que se encontra o Aterro JCB, visando à recuperação e mitigação da região, destacado no Edital para Gestão de RSU do DF (GDF/2012), adotando medidas relacionadas com a proteção ambiental e destaca-se que a concessionária deverá realizar Estudos e Projetos de Recuperação/Mitigação do Lixão da Estrutural, em parceria com a Universidade de Brasília – UNB. Podendo o estudo atual embasar o início desses projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 8419: Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro, 1992
2. ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal
_____. Secretaria de Estado de Obras, Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal – Brasília: Concremat Engenharia, 2008 V.4, T.01/03. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/servico_publicos/PDDUemPDF/07%20-%20relatrio%2002%20de%20caracterizao.pdf, acesso: 12/10/2014
_____. Plano de Manejo das Áreas de Proteção da Vila Estrutural (Produto 4 – Plano de Manejo ARIE da Vila Estrutural). Brasília: Greentec Tecnologia Ambiental, Dezembro/2012. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/Brasilia_Sustentavel/BSBSutentavel1_2013/PlanodeManejoARIEEstrutural.pdf, acesso: 12/10/2014.
3. ABREU, Feliciano de. Estudo e avaliação da contaminação das fontes do Parque Nacional de Brasília. [Distrito Federal]. 2001. Dissertação de Mestrado. Publicação PTARH. DM – 041/01, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília-DF. 123p. 2001
4. ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, 2013.
5. ARAUJO, R. de. Estudo Geoquímico da Contaminação dos Recursos Hídricos e sua Propagação nas Adjacências do Aterro de Resíduos Sólidos Jockey Club – DF. Instituto de Geociências (Dissertação de Mestrado), IG/UnB, Brasília/DF. 74p. 1996.
6. ARAUJO, G.H.S.; ALMEIDA, J.R.; GUERRA, A.J.T. Gestão ambiental de áreas degradadas. São Cristóvão: Ed. Bertrand Brasil Ltda, 2005.
7. BARBOSA, L.M. coord. Manual para Recuperação de Áreas Degradadas do Estado de São Paulo: Matas Ciliares do Interior Paulista. São Paulo: Instituto de Botânica, 2006.
8. BERNARDES, R. S., PASTORE, E. L., PEREIRA, J. H. Caracterização Geofísica e Geoquímica da área de Disposição de Resíduos Urbanos “Aterro do Jôquei Clube” em Brasília-DF. 20º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, maio 12p. 1999.
9. BOSCOV, MARIA EUGENIA GIMENEZ. Geotecnia Ambiental, São Paulo: Oficina de Texto, 2008.
10. CAMPOS, J. E. G. e FREITAS-SILVA, F. H. Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. 1998. Relatório Técnico, Vol. 4 – Hidrogeologia do Distrito Federal SRH/MMA – IEMA/SEMATEC, Brasília, DF. 85p. 1998.
11. CAMPOS, J.E.G.. Análise e delimitação da pluma de contaminação do Aterro do Jockey, região da Vila Estrutural. Relatório Técnico, Brasília/DF, 14p. 2007.
12. CARVALHO, MOISES NAVES. Estudo da biorremediação in situ para tratamento de solos e aquíferos contaminados com percolato de chorume, Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, FT, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. Brasília, 1997.
13. CAVALCANTI, M. M., BORGES, W. R., ROCHA, M. P., CUNHA, L. S., SEIMETZ, E. X. Investigação Geofísica (Eletrorresistividade e GPR) nos Limites do Lixão da Estrutural e do Parque Nacional de Brasília – DF (Resultados Preliminares). Twelfth International Congress of the Brazilian Geophysical Society. Rio de Janeiro/RJ. 6p. 2011.
14. CAVALCANTI, MÁRCIO MACIEL. Aplicação de métodos geoelétricos no delineamento da pluma de contaminação nos limites do Aterro Controlado do Jockey Clube de Brasília – DF, 2013. Dissertação de mestrado apresentada ao Instituto de Geociências. Universidade de Brasília. Brasília, março/ 2013.
15. CALVALCANTI, M. M.; BORGES, W. R.; STOLLBERG, R; ROCHA, M.P.; CUNHA, L. S; SEIMETZ, E. X.; NOGUEIRA, P. V.; SOUSA, F. R. F. R O. Levantamento Geofísico (eletrorresistividade) nos limites do Aterro Controlado do JOCKEY Clube, Vila Estrutural, Brasília – DF. Instituto de Geociências, Universidade de Brasília. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 33, n. 2, p.298-313, 2014
16. CARNEIRO, GUSTAVO ANTONIO. Estudo de Contaminação do Lençol Freático sob a Área do Aterro de Lixo do Jockey Club-DF e suas Adjacências, 2002. Dissertação de

- Mestrado – Universidade de Brasília, FT, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. [Distrito Federal] 2002. xvii, 123p., 297 mm
17. CB, Correio Brasiliense. Um Problema Estrutural – Especial Estrutural, 2014. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/especiais/lixao-da-estrutural/>, acessado: 15/09/2014.
 18. CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009.
 19. CREA, Pr. Guia para Elaboração de Projetos de Aterros Sanitários para Resíduos Sólidos Urbanos Volume II, 2007.
 20. GDF, Governo do Distrito Federal. Administração Regional do Setor Complementar de Indústria e Abastecimento - RA XXV. Disponível em: <http://www.scia.df.gov.br/sobre-a-administracao/a-administracao.html>, acesso: 15/09/2014
 21. IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cidades, Santana – AP, Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=160060&search=amapa|santana>, acesso: 13/03/2014
 22. IBAM, Instituto Brasileiro de Administração Municipal; MONTEIRO, José Henrique Penido [et al.]; ZVEIBIL, Victor Zular (coord.). Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200p.
 23. JUNQUEIRA, FERNANDO DE FARIA. Análise do Comportamento de Resíduos Sólidos Urbanos e Sistemas Dreno – Filtrantes em diferentes escalas, com referência ao Aterro do Jockey Club – DF, 2000. Tese de doutorado em Geotecnia. Universidade de Brasília, FT, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. xvi, 288 p. Brasília, 2000.
 24. KOIDE, SÉRGIO; BERNARDES, RICARDO SILVEIRA. Contaminação do Lençol Freático sob a área do Jockey Club, Distrito Federal. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 11p. 1998.
 25. LIMA, JOSÉ DANTAS. Recuperação Ambiental de Áreas Degradadas por Resíduos Sólidos Urbanos e Usos Futuros da Área. Seminário de Licenciamento Ambiental de Destinação Final de Resíduos Sólidos - Brasília, 2005. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_pnla/_arquivos/46_10112008103145.pdf>, acesso: 13 abr. 2014.
 26. MMA, Ministério do Meio Ambiente, Guia para Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos. Secretária de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano, Brasília – DF, 2011.
 27. PDRSD/GDF - Plano Diretor de Resíduos Sólidos para o Distrito Federal. Documento DB.09. Brasília - Julho, 2008.
 28. PEREIRA, J. H. F., PASTORE, E. L., BERNARDES, R. S. SOUZA, N. M. e CARVALHO, J. C. Estudos Geológico-Geotécnicos para o Planejamento e Projeto de Disposição de Resíduos Urbanos do Aterro de Lixo do Jockey. Relatório Final, Vol. 4, Universidade de Brasília, Brasília, DF. 86p. 1997.
 29. PLANSAB, Plano Nacional de Saneamento Básico. Brasília – Dez/ 2008. Brasília – Dez/ 2013.
 30. PNRS, Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília – Agosto/ 2012.
 31. SANTOS, PAULO CESAR VIEIRA DOS. Estudos da Contaminação de Água Subterrânea por Percolado de Aterro de Resíduos Sólidos – Caso Jockey Club-Df. 1996. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, FT. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, DF. 1996.
 - _____. Estudo da Degradação e dos Recalques em Células Experimentais de Resíduos Sólidos no Aterro do Jockey Club/DF. 2004. Tese de Doutorado Universidade de Brasília, FT. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. 221 p., 210 x 297 mm. Brasília, 2004.
 32. SLU/GDF, Serviço de Limpeza Urbana do Distrito Federal. Projeto para a Contratação de Serviços de Limpeza do Distrito Federal. Brasília, Out-2014.
 33. TAVARES, SÍLVIO ROBERTO DE LUCENA [et al.]. Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação Rio de Janeiro: Embrapa, 2008. 228p