



## RECUPERAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO EM ÁREAS DE DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO DE CASO DO ATERRO COLINA DO SOL (PELOTAS, RS)

**Juliana Graciele S. Perini** – e-mail [j.perini@gmail.com](mailto:j.perini@gmail.com)  
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Integração do MERCOSUL  
Rua Andrade Neves 1529 CEP – 96020-80 Pelotas – RS

**Fernanda Medeiros Gonçalves** – e-mail [fmgvet@gmail.com](mailto:fmgvet@gmail.com)  
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Integração do MERCOSUL

**Claire Morrone Parfitt** – [Claurem.parfitt@gmail.com](mailto:Claurem.parfitt@gmail.com)  
Universidade Federal de Pelotas, Centro de Integração do MERCOSUL

**Resumo:** Os resíduos sólidos representam uma das principais fontes de poluição nas áreas urbanas, sendo que o hábito de disposição de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em lixões e aterros controlados constituiu-se no método mais utilizado na maioria das cidades brasileiras representando um importante fator de risco ao meio ambiente e a saúde pública. A recuperação destas áreas degradadas representa um desafio aos gestores públicos, uma vez que a legislação brasileira, define metas e prazos para o fechamento de tais áreas, responsabilizando e punindo criminalmente os responsáveis. O presente trabalho objetiva investigar especificamente o aterro Colina do Sol na cidade de Pelotas/RS, o qual encerrou suas atividades em 14 de junho de 2012, abordando a necessidade da recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos (RSU) a reintegração da paisagem ao ambiente natural e seu uso futuro, bem como as questões de conformidade com a legislação, tanto em nível federal, estadual e municipal. Para a realização deste trabalho foi realizada pesquisa bibliográfica, documental bem como a aplicação de questionário semi-estruturado junto aos responsáveis pelo projeto. Utilizando técnicas específicas de acordo com as características do local e histórico da área, o projeto de recuperação do Aterro Colina do Sol, vem ao encontro das exigências legais, objetivando mitigar os impactos ambientais ocorridos, bem como proporcionar o uso futuro da área.

**Palavras-chave:** Gestão ambiental, áreas degradadas urbanas, lixões, Pelotas R.S.



## ENVIRONMENTAL RESTORATION AS A MANAGEMENT TOOL IN AREAS OF SOLID WASTE DISPOSAL LANDFILL CASE STUDY IN COLINA DO SOL PELOTAS, RS

**Abstract:** *Solid waste is a major source of pollution in urban areas, and the habit of disposing of Municipal Solid Waste (MSW) in landfills and controlled landfills constituted the most used in most Brazilian cities method. representing an important risk factor to the environment and public health. The restoration of degraded areas, poses a challenge to managers, since Brazilian law defines goals and deadlines for the closing of such areas, accountable and criminally punishing those responsible. The aim of this paper is investigate, specifically the landfill Colina do Sol in Pelotas / RS, which ended its activities on June 14, 2012, addressing the need of reclamation for municipal solid waste (MSW) reinstatement of the landscape to the natural environment and its future use, as well as issues of compliance with the legislation at both the federal, state and municipal level. Data for this work were obtained by applying semi - structured questionnaire to the project leaders.. Using specific techniques according to the characteristics of the location and history of the area, the reclamation project Landfill Colina do Sol, meets the legal requirements, aiming to mitigate environmental impacts occurring as well as providing the future use of the area.*

**Keywords:** *environmental management, urban degraded areas, garbage dumps, Pelotas R.S*

### 1. INTRODUÇÃO

As ações antrópicas praticadas pelo homem têm causado intensas transformações sobre o planeta. Entre elas podemos citar, o crescimento acelerado da população mundial, que leva a uma crescente demanda pela utilização dos recursos naturais. Para (VITTE; GUERRA, 2004) apud Roschild (2011) a poluição por resíduos sólidos (lixo) é uma das principais fontes de poluição nas áreas urbanas. Sabe-se que, este problema tende a agravar-se devido à quantidade cada vez maior de resíduos gerados e pela falta de locais ambientalmente adequados para descarte. A disposição de resíduos em lixões e aterros controlados constituiu-se no método mais utilizado na maioria das cidades brasileiras, causando sérios problemas ambientais e de saúde pública, pois mesmo depois de desativados continuam a oferecer riscos para a população, já que os resíduos ali enterrados permanecem gerando gases e percolados tóxicos por muitos anos.

A recuperação destas áreas representa um desafio aos gestores públicos, uma vez que esta prática não mais é permitida pela legislação brasileira. Assim, é fundamental a elaboração de projetos de recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos (RSU) para a preservação do meio ambiente e da saúde da população. Neste sentido, após vinte anos de debates no Congresso Nacional foi aprovada em 02 de agosto de 2010, a Lei Federal nº12.305/2010, que trata sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), regulamentada através do Decreto nº 7.404/2010, representando um grande avanço para a gestão de resíduos sólidos no país.

A referida lei estabelece que a partir de agosto de 2014 não será permitido a existência de lixões e aterros controlados, ficando sob a responsabilidade dos municípios onde é utilizado esta forma de destinação final a recuperação da área degradada, podendo os responsáveis sofrerem sanções penais e administrativas, conforme a Lei 9.605/98 (Lei de Crimes Ambientais). Ainda, os municípios e estados que não atenderem ao prazo previsto na PNRS, ficarão proibidos de acessar a recursos da União ou os por ela administrados.

Destaca Borella (2004), que depois da capacidade do aterro, em termos de volume de resíduos sólidos, estiver totalmente utilizada, o local deverá ser fechado, sendo fundamental o



estabelecimento de um Plano de Fechamento de Aterro Sanitário visando definir as bases para uma futura recuperação da área. O encerramento de um aterro ou lixão requer um projeto de recuperação de área degradada (PRAD) e de uso futuro para a mesma. Considerando que mesmo após o encerramento das atividades, os resíduos aterrados continuarão em processo de decomposição por longos períodos (LANZA et al, 2010).

Segundo, Majer (1989), a área degradada é aquela que sofreu, em algum grau, perturbações em sua integridade, podendo ser de natureza física, química ou biológica. Para Sánchez (2008), a sua recuperação consiste em devolver a um ambiente degradado as condições de uso produtivo, restabelecendo as suas funções ecológicas e econômicas. Neste sentido, a recuperação ambiental e o reuso de lixões e aterros desativados, representam o retorno da área a uma condição ambiental adequada juntamente com a valorização da paisagem urbana onde estão inseridas com a implantação de parques, áreas verdes ou outro uso adequado, garantindo desta forma a reabilitação do passivo ambiental decorrente do seu uso anterior.

Com objetivo de abordar a importância e a necessidade de recuperação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos e seu uso futuro, busca-se através deste trabalho investigar as alternativas e metodologias encontradas para proporcionar a recuperação da área utilizada como aterro na cidade de Pelotas/RS (Colina do Sol),

## 2. Materiais e métodos

Para um melhor entendimento do assunto, optou-se pela realização de estudo de caso, tendo como objeto o Aterro Colina do Sol localizado na cidade de Pelotas objetivando proporcionar a vivência da realidade por meio da discussão, análise e tentativa de solução de um problema extraído da vida real, procurando estabelecer relação entre a teoria e a prática. Para atingir o objetivo proposto foi realizada revisão bibliográfica e documental (análise do projeto). Com o objetivo de levantar dados e informações sobre o tema, realizou-se também uma entrevista com o Engenheiro Técnico responsável pela elaboração do projeto de recuperação e uso futuro da área bem como análise do referido projeto. A entrevista foi conduzida através da aplicação de um questionário semi-estruturado onde foram coletados e posteriormente analisados dados referentes aos objetivos, dificuldades, cronograma, metodologia e técnicas previstas no projeto.

### 2.1. Área de estudo

O presente trabalho teve como objeto de estudo o Aterro Colina do Sol, situado no perímetro central da cidade de Pelotas/RS, sob as coordenadas 31°45' 01.30" S, 52°21' 19.55" , próximo ao canal Sta. Bárbara e contíguo ao loteamento de classe média alta Colina do Sol (Figura 1) O aterro compreende uma área aproximada de 15 hectares, tendo o mesmo recebido resíduos por mais de 20 anos, período em que foram realizadas diversas ampliações das células de operação do aterro. A parte mais antiga possui uma estação de tratamento composto por filtro anaeróbio, lagoa anaeróbia, lagoa facultativa e uma lagoa aeróbica, totalizando quatro unidades, possui ainda impermeabilização de base e de superfície com argila. Numa segunda fase entre 2009/10 foi implantado outra ETE (estação de tratamento de efluentes) que é composta de um filtro anaeróbio, um filtro aeróbico e duas lagoas facultativas, um sistema completo de drenagem pluvial e um sistema completo de drenagem dos gases com queimadores flaire, e sistema completo de drenagem do chorume. Junto à entrada do aterro situa-se uma balança rodoviária de pesagem para controle de todos os resíduos que entram no aterro, além de guarita com objetivo de impedir a entrada de catadores e animais. O aterro Colina do Sol encerrou suas atividades em 14 de junho de 2012.



Figura 1 - Imagem da localização do Aterro Colina do Sol na cidade de Pelotas.  
Fonte: Termo de referência SANEP/Google Earth, 2011.

### 3. Resultados e discussão

De acordo com o que prevê a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/10), todas as administrações públicas municipais, indistintamente do seu porte e localização, que disponham de aterros ou lixões, deverão encerrar suas atividades até agosto de 2014, apresentando um projeto de recuperação e monitoramento da referida área por vinte anos. Assim sendo, o Aterro Colina do Sol em Pelotas, que operou por mais de vinte anos e encerrou suas atividades em 14 de junho de 2012, deverá se enquadrar na referida lei.

Para atender a estes requisitos legais, a autarquia municipal responsável, através de seu corpo técnico, têm trabalhado na elaboração do projeto de recuperação da área do aterro, o mesmo pode ser considerado completo a nível de Brasil, segundo o engenheiro responsável e análise do projeto. Nele foram utilizados em termos de tecnologia, o que há de mais moderno, indo além do que é exigido pela legislação e servindo de exemplo para outras prefeituras.

A viabilidade da execução do projeto está sendo possível através de financiamento a fundo perdido pelo governo federal via PAC. Calcula-se que o investimento para recuperação do aterro esteja em torno de 1 à 2 milhões de reais. A execução do projeto ficará a cargo de uma empresa terceirizada, que presta serviços ambientais. O projeto tem por objetivo segundo o engenheiro responsável, a recuperação da área degradada, que servia como aterro e o uso futuro da mesma, através da implantação de um mini-horto, o qual contará com visitas agendadas e monitoradas para estudantes das escolas locais, para que conheçam um aterro recuperado. Também segundo a legislação atual vigente, a área deverá ser monitorada por cerca de 20 anos, requisito este que vem se desenvolvendo desde 2012.

O cronograma estabelecido pelo Termo de Referência (Figura 2) para a elaboração e desenvolvimento do projeto executivo visando a remediação de área do aterro Colina do Sol com uso futuro da área, estabelecia um prazo de 06 meses (fevereiro/2014) para a conclusão do trabalho (campo e análises), no entanto segundo o engenheiro responsável, a conclusão deverá sofrer um pequeno atraso passando para março/2014. De acordo com o que foi informado na entrevista, às





análises de campo estão 80% concluídas e os 20% restantes já estão contratadas, estando na fase final de serviço de campo, após montar-se-á uma matriz com o cruzamento das informações levantadas para estabelecer quais serão as medidas e técnicas necessárias no processo de recuperação.

Atividades	Mês					
	1	2	3	4	5	6
Estudo de Concepção (volumel)	X					
Estudo de Concepção (volumell)		X				
Serviços de Campo (volume I)			X			
Serviços de Campo (volume II)				X		
Elaboração de Projeto Executivo					X	
Relatório Final						X

Figura 2 Quadro representando o cronograma de ações a serem desenvolvidas.  
Fonte: Termo de Referência.

De acordo com o cronograma os estudos consistirão das seguintes ações:

O Estudo de Concepção (volume I) consistirá na caracterização do problema e no diagnóstico da atual situação do aterro, a caracterização da estrutura gerencial, técnica e operacional existente. Contará também com a caracterização do resíduo domiciliar, e a classificação e quantificação dos RSU. Bem como estudos ambientais preliminares – RAP e o estudo da área. Segundo, Henning & Pompêo (1998), o RAP configura-se como o primeiro documento elaborado para o licenciamento ambiental, tendo como função instrumentalizar a decisão de exigência ou dispensa de EIA/RIMA, para a obtenção da Licença Prévia. Em caso de exigência, juntamente com outros instrumentos, subsidiará a elaboração do Termo de Referência (TR) para o EIA/RIMA.

O estudo da área deverá explicar sobre o modelo atual de operação do aterro e a sua capacidade, vida útil de operação e os impactos gerados. A frequência de recobrimento dos resíduos dispostos no mesmo e a possibilidade de aproveitamento classificação e quantificação dos RSU dispostos no aterro, através de sua caracterização física (gravimétrica) além da determinação de seu poder calorífico e geração per capita.

Na caracterização dos resíduos, os mesmos deverão ser definidos de acordo com seus materiais componentes (matéria orgânica, papel, papelão, plásticos, metais, vidro, etc.) de acordo com as normas ABNT NBR 10.004/2004 e seu resumo em resíduo seco e resíduo úmido. Segundo Alberte et al (2005), os resultados da caracterização geo-físico-químico, realizada no início do processo de recuperação, são de fundamental importância na tomada de decisões relativas à seleção do sistema de tratamento mais adequado.



No Estudo de Concepção (volume II), estão inseridos o Relatório Ambiental Preliminar - RAP e estudo da área de influência direta – AID. A resolução do CONAMA 01/86, normatiza que o diagnóstico ambiental da área de influência do projeto, deverá ter completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando: o meio físico, biológico e sócioeconômico. A análise técnica prévia deverá conter estudos técnicos e ambientais à serem executados na área de acordo com o objetivo do trabalho.

No Relatório Ambiental Preliminar/RAP devem ser quantificados e valorados os impactos positivos e negativos diagnosticados com a implantação do projeto, inclusive de seu monitoramento (no caso dos impactos negativos, os mesmos deverão ser acompanhados de medidas mitigadoras). Deverá conter ainda: a interação entre os componentes característicos da área de influência direta dos meios físico, biótico e antrópico ou socioeconômico, a avaliação dos impactos do projeto, a definição de medidas mitigadoras e/ou compensatórias associadas à intervenção de projeto para a minimização ou eliminação de impactos ambientais negativos persistentes, e a implementação de programas de controle ambiental ou monitoramento para:

- a) Respeitar o enquadramento frente à legislação ambiental estadual e municipal, verificando a situação referente às exigências de licenciamento (prévio, de implantação e de operação).
- b) Interferência com outros usos e ocupação na área de influência;
- c) Considerar problemas pontuais localizados e interferências decorrentes das intervenções projetadas relacionadas a impactos no meio físico e às interações com a área do entorno;
- d) Melhoria das condições de vida da população beneficiada e/ou impactada;
- e) Impactos decorrentes da localização das obras.

O Estudo da Área contará com a caracterização da Área de Influência Direta (AID) em relação aos meios físico e biótico, estudo de avaliação ambiental em nível preliminar, conforme legislação municipal e estadual e de planejamento urbano. As limitações e condicionantes impostas pelas características locais, no que se refere à topografia, drenagem pluvial, geologia e à hidrologia para futura concepção de recuperação da área do aterro.

Nos Serviços de Campo (volume I), deve constar o levantamento topográfico (planialtimétrico com curva de metro em metro) de toda a área, e seções transversais a cada 5m (no mínimo), os quais devem possibilitar a cubagem de lixo depositado no vazadouro e guiar as ações a serem propostas para remediação e recuperação da área degradada. Neste levantamento deverá também ser identificada a área degradada e seu entorno, acesso a mananciais hídricos, cobertura vegetal, sistema de tratamento de efluentes e ponto de lançamento e os poços de monitoramento existentes, encontrando respaldo no Art. 24 da Resolução Nº 430/2011 do CONAMA, a qual determina que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o auto - monitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos.

Deverão ser coletadas amostras de solo em no mínimo 03 pontos (próximo às células de operação) na profundidade de 1,5 m abaixo da cota inferior da célula de operação, que será submetida a ensaio de lixiviação para determinação do grau de percolação/infiltração de líquidos no solo, e a análise de águas à montante e jusante do aterro. Em relação às águas superficiais, deverá ser analisada a sua qualidade até uma distância de 200m a montante e a jusante do aterro, e junto as 03 (três) ETes do aterro. Ainda sobre a importância do monitoramento a Lei Nº 4.354/99, que dispõe sobre o Código Municipal de Limpeza Urbana no município de Pelotas em seu Art. 59 coloca que independentemente das formas de destinação final adotadas pelo município deve haver monitoramento e acompanhamento técnico de todas as etapas desenvolvidas para execução e operação dos projetos adotados.

Dentro dos Serviços de Campo (volume II), o projeto contará com estudos de geotécnica (com descrição geológica dos materiais componentes do solo subsuperficial, abrangendo geomorfologia, tectônica, tipo e espessura do solo; contendo no mínimo cinco sondagens a trado até a



profundidade de 6m abaixo da cota inferior do aterro, objetivando a calibração do estudo físico. Também serão executadas sondagens tipo spt (standard penetration test), também conhecido como sondagem à percussão ou sondagem de simples reconhecimento, é um processo de exploração e reconhecimento do subsolo, largamente utilizado para a obtenção de subsídios que irão definir o tipo e o dimensionamento das fundações que servirão de base para uma edificação (Wikipédia), totalizando 8 furos com profundidade estimada de 10 metros por furo). Ensaio de lixiviação e documentação fotográfica. A quantidade de sondagens e análises a serem realizadas, deverá estar de acordo com as normas da ABNT (NBR 8.036/83, NBR 6.497/83, NBR 6.484/01, NBR 6.122/10, NBR 8.044/83), e poderão ser em número maior do que o previsto, caso os estudos demonstrem esta necessidade e a verificação da estabilidade dos maciços do aterro.

Na elaboração de Projeto Executivo constarão as diretrizes gerais do projeto, memorial, desenhos técnicos, orçamentos e projeto de drenagem pluvial, de lixiviados e de gases, sistema de tratamento de chorume juntamente das respectivas licenças ambientais quando houver necessidade. A remediação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos deverá ainda, contemplar a minimização do risco de incêndio, da poluição do solo, das águas e atmosfera, originada da decomposição e lixiviação dos resíduos sólidos que compõem o aterro, com as seguintes diretrizes:

- a) A proposta tecnológica para a remediação deve ser licenciável, tecnicamente compatível, economicamente viável e socialmente aceita;
- b) Os impactos decorrentes das obras de remediação não devem ser superiores aos causados pela manutenção das condições atuais do aterro;
- c) A proposta tecnológica deve ser compatível com o uso futuro da área e de sua bacia hidrográfica.

A elaboração de Projeto Executivo conterá a indicação da ordem de prioridade das intervenções a serem seguidas, considerando os aspectos de funcionalidade, implantação em etapas e relação custo/benefício. Na cubagem dos resíduos dispostos no aterro, o volume será calculado em metros cúbicos, com base na topografia e nas sondagens realizadas na etapa de Serviço de Campo. No processo de drenagem de líquidos lixiviados, deverá ser avaliado o sistema de drenagem horizontal existente, e possíveis alterações necessárias, compatíveis com o projeto de recuperação a ser executado. Para Borba (2006), a drenagem do chorume é importante, pois se ela não for eficaz poderá haver um aumento da umidade na massa de lixo, reduzindo a degradação da matéria orgânica e a contaminação dos corpos hídricos. Ainda segundo a autora a drenagem horizontal tem por função fazer a captação do chorume e dos gases gerados nas células conduzindo-os, aos drenos verticais.

O atual sistema de drenagem de gás existente deve ser avaliado (ponto a ponto), prevendo, se necessário, a instalação de novos drenos de gás e se possível, o seu reaproveitamento. Para Maciel & Jucá (2002), os processos de decomposição da matéria orgânica em aterros de resíduos sólidos urbanos resultam na geração de gases tóxicos que podem vir a afetar diretamente o meio ambiente, sendo o metano (CH<sub>4</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), os principais gases resultantes deste processo e a drenagem dos mesmos deverá ter por objetivo evitar as influências meteorológicas na decomposição dos resíduos, podendo ser reaproveitado na geração de biogás (BORBA, 2006). Referente à drenagem pluvial existente (drenos, comportas, caixas de passagem, etc.), deverá ser feita uma avaliação completa e detalhada.

O projeto de drenagem pluvial a ser apresentado deverá compreender todas as bacias e áreas de contribuição internas do aterro e de áreas limdeiras do local, podendo ser utilizado na elaboração destes projetos o método racional para o dimensionamento das unidades para chuva de projeto de 10 anos de tempo de retorno. O monitoramento ambiental deve prever a localização de poços de monitoramento de águas subterrâneas e pontos de coleta de amostras das águas superficiais e líquidos lixiviados, com todas as análises físico-química e bacteriológica necessárias.

Pezini (2012), afirma que o sistema de monitoramento deve ter o papel de acusar a influência de uma determinada fonte de poluição na qualidade da água subterrânea, sendo que, às amostragens são feitas em um conjunto de poços distribuídos estrategicamente, nas proximidades da



área de disposição do resíduo. Ainda segundo o autor, citando (CETESB, 1988), a localização estratégica e a construção racional dos poços de monitoramento, aliadas a métodos eficientes de coleta, acondicionamento e análise de amostras, permitem resultados bastante precisos sobre a influência do método de disposição dos resíduos, na qualidade da água subterrânea.

Quanto à importância do tipo de solo na implementação de um aterro, a permeabilidade de um solo consiste na sua capacidade de permitir a transmissão de água ou ar (fluidos) através dele. A permeabilidade de um solo depende de sua textura, estrutura, grau de compactação, índice de vazios, do grau de saturação, do tamanho e da forma das partículas, grau de compactação, teor de matéria orgânica, porosidade, etc. Estas características do solo estão diretamente ligadas à determinação do tamanho dos poros e sua capilaridade, resultando em solos mais ou menos permeáveis. Para Leite (1995), solos grossos (pedregulhos e areias grossas), por apresentarem alta porosidade e permeabilidade, não são indicados na construção de aterros. Porém, podem ser utilizados solos arenosos e argilosos bem graduados com baixa permeabilidade suficiente para retardar a chegada do poluente ao lençol freático.

A Lei Municipal nº 4.354/99, traz no seu Art. 61º algumas determinações para os Aterros Sanitários, além dos licenciamentos ambientais previstos, as áreas destinadas para esta finalidade deverão ser impermeáveis, de modo a impedir a infiltração de resíduos líquidos nas águas subterrâneas e a degradação ambiental sendo complementada pelo o Art. 62º, o qual determina que aterros sanitários não devem estar situados a menos de 1.000 metros de recursos hídricos e núcleos residenciais.

Portanto para Reichert & Anjos (1997), o sistema de impermeabilização em aterros deve ter por objetivo impedir a infiltração no solo do chorume produzido pela decomposição da massa de resíduos e dos líquidos percolados provenientes da infiltração de água da chuva no corpo do aterro. Devendo no projeto, serem avaliadas as condições de impermeabilização e isolamento das áreas superficiais e taludes do mesmo, bem como a recomposição de camada final do maciço com solo argiloso compactado de baixa permeabilidade nas áreas com baixo teor de argila.

Deverá ainda, ser avaliado o atual sistema de tratamento de efluentes existentes (três ETEs), levando em consideração os aspectos característicos de lançamento, capacidade e tipos de utilização do corpo receptor, com indicação da vazão e características do efluente bruto quanto ao pH, Temperatura (°C), DQO (mgO<sub>2</sub>/L), DBO<sub>5</sub> (mgO<sub>2</sub>/L), Fósforo total (mg P/L), Nitrogênio Total (mg N/L), Nitrogênio amoniacal (mg N/L) e metais pesados com os parâmetros de qualidade do lixiviado tratado no efluente da ETE. Estes parâmetros deverão estar enquadrados dentro das determinações estabelecidas na Resolução CONAMA, nº 430/2011, a qual dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores, bem como obedecer aos requisitos constantes da Resolução CONSEMA 128/2006 que fixa padrões de emissão de efluentes líquidos para fontes de emissão que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul.

Caso necessário deverá ser projetado a ampliação e/ou construção de um novo sistema de tratamento complementar ao sistema atualmente existente, obedecendo aos critérios acima relatados. As peças gráficas tanto do sistema atual como de um novo sistema a ser proposto da ETE (se necessário) deverão conter plantas, cortes, indicação das bases de apoio de equipamentos, localização de aberturas de passagens de tubulações, indicações nas plantas a localização dos cortes, dimensão geral das diversas unidades, coordenadas geográficas e tudo mais que houver no sentido de permitir a sua perfeita compreensão. No dimensionamento do novo projeto da ETE (se necessário), deverão ser observadas as seguintes condições: a eficiência do sistema ficará condicionada à capacidade de depuração do corpo receptor e baseando-se na legislação local para o lançamento de efluentes, o perfil hidráulico da ETE e principalmente detalhes das interligações das unidades, o tempo de detenção hidráulica, e a possibilidade de manutenção e operação simplificadas para o sistema. De acordo com os resultados obtidos em entrevista com o engenheiro responsável, foi destacado duas possibilidades de tratamento para o efluente gerado no aterro: uma seria tratar no próprio aterro ou enviar para uma





ETE fora do aterro, o que não traria dificuldades uma vez que a autarquia possui condições para a realização deste procedimento. No entanto, destacou, ele, que a escolha da melhor alternativa dependerá do espaço físico disponível e resultados dos dados de análises obtidas em campo.

No relatório final, estará descrito de forma resumida todos os resultados dos trabalhos, levantamentos análises e as complementações extras necessárias ou solicitadas. O projeto de uso futuro da área deverá conter detalhadamente plantas, (baixa, cortes, detalhes) necessários à execução da obra, devendo ser descrito o seu uso futuro, às restrições e as possíveis atividades compatíveis com a área a ser recuperada, uma vez que a Resolução CONAMA nº 1/86 em seu Art. 5º, parágrafo III, O estudo de impacto ambiental, além de atender à legislação, deve definir os limites da área geográfica a ser direta ou indiretamente afetada pelos impactos, denominada área de influência do projeto, considerando, em todos os casos, a bacia hidrográfica na qual se localiza. Bem como constar o projeto paisagístico completo com o número de espécies, espaçamentos, tratos culturais, tipos de cova, cortinamento vegetal, etc. De acordo com o que foi levantado na entrevista, o revestimento das células do aterro deverá ser feito somente com gramíneas como impermeabilização superficial, evitando utilizar vegetação com raízes pivotantes (profundas), para que não ocorram fissuras no solo e haja risco de infiltrações, tendo como consequência a erosão e contaminação ambiental devido ao aumento na quantidade de chorume ocasionado pela entrada da água da chuva. Plantar-se-á no entorno espécies arbóreas como barreira de proteção com raízes fasciculadas no entorno.

A instrução normativa nº. 04, de 13 de abril de 2011, a qual estabelece a obrigatoriedade do PRAD, nos artigos 6º e 7º, preconiza a utilização de espécies nativas da região, e nos casos de plantio de mudas, deve conter o número de espécies vegetais nativas e o número de indivíduos por hectare a ser utilizado na recuperação das áreas degradadas, respeitando-se as especificidades e particularidades de cada região.

Nesse sentido, o Plano de Recuperação da Área Degradada (PRAD), definiu as medidas técnicas e de controle ambiental necessárias, os custos, cronograma e prazos de execução (SAROLDI et al, 2005). Foi elaborado por profissional habilitado, contendo as seguintes informações:

1. Caracterização e identificação do empreendimento e dos responsáveis pelo projeto;
2. Levantamento topográfico/cadastral com indicação de cursos d'água, poços ou cisternas e edificações existentes no entorno de até 500m;
3. Caracterização geológica /geotécnica da área;
4. Diagnóstico ambiental simplificado, com a descrição dos aspectos físicos e socioeconômicos da área de entorno do lixão ou aterro;
5. Caracterização das águas subterrâneas em pelo menos 2 pontos (a montante e a jusante) do lixão ou aterro;
6. Memorial descritivo das propostas para os processos de recuperação, com orientações para execução dos serviços de reconformação geométrica, selagem do lixão/aterro, drenagem das águas pluviais, drenagem dos gases, drenagem e tratamento dos lixiviados, cobertura vegetal e isolamento da área;
7. Definição das alternativas de uso futuro da área;
8. Definição de programa de monitoramento da estabilidade do maciço, do estado de manutenção dos sistemas de drenagem (pluvial, gases e lixiviados), qualidade das águas superficiais e subterrânea, crescimento e controle da cobertura vegetal, sistemas de sinalização e isolamento da área;
9. Custos estimados e cronograma de execução ( LANZA et al 2010).

Cabe observar que a recuperação foi objeto de um projeto que contemplou as seguintes medidas: reconformação geométrica baseada em avaliação geotécnica para garantir a estabilidade dos taludes e capeamento do lixão com selo impermeável de material argiloso ou material sintético como geomembrana de polietileno de alta densidade – PEAD, se não houver disponibilidade local de argila de boa qualidade.



Para o uso futuro da área foi proposta a implantação de área verde, com trabalho paisagístico de implantação de gramados, arbustos e árvores, objetivando beneficiar um maior número de pessoas proporcionando a readequação ambiental da área.

### 3. considerações finais

Podemos constatar que o município de Pelotas, através da autarquia que responde pela destinação final dos RSU vem através do plano de recuperação do aterro Colina do Sol, procurando mitigar os impactos ocorridos bem como proporcionar o uso futuro da área, atendendo as exigências legais. Vale ressaltar que as técnicas de recuperação utilizadas dependerão das características geofísico-químicas específicas da área bem como do seu histórico de disposição de resíduos.

O aterro Colina do Sol encontra-se em uma região onde houve um significativo crescimento habitacional, sendo importante considerar a influência desta área sobre as comunidades do entorno. Foi possível verificar que todas as técnicas previstas no plano de recuperação atendem ao preconizado pela instrução normativa nº.4/2011. Contudo, se faz necessário o retaludamento das bermas para evitar processos erosivos e a manutenção da estabilidade do solo e de contaminação, bem como será necessário a substituição do sistema de drenagem de gases.

Recomenda-se o acompanhamento do projeto no que se refere ao atendimento de todos os parâmetros e padrões de qualidade estabelecidos pela legislação, após o término das análises de campo. Da mesma forma, considera-se importante o desenvolvimento de projeto de educação ambiental com a participação de escolas do município, uma vez que é através da educação que o indivíduo toma consciência do seu meio ambiente e adquire conhecimentos e valores que contribuirão para a formação de cidadãos conscientes de suas responsabilidades com o meio ambiente. Para tanto, é fundamental a parceria do município com as instituições de ensino superior, às quais poderão contribuir com a prática de educação ambiental através de programas de extensão. Dentre as ações que podem ser desenvolvidas pelos diferentes cursos oferecidos por estas instituições estão: orientação sobre os impactos causados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos, reciclagem e reaproveitamento, oficinas de leitura e teatro com temas que abordam a importância da preservação ambiental.

### REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 10004** - Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: Abnt; 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 8036/83** - Programação de sondagens de simples reconhecimento do solos para fundações de edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt; 1983.

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 6497** - Levantamento geotécnico - Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt; 1983.

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 6484** - Solo - Sondagens de simples reconhecimentos com SPT - Método de ensaio. Rio de Janeiro: Abnt; 2001.

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 6122** - Projeto e execução de fundações - Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt; 2010.

Associação Brasileira de Normas Técnicas **NBR 8044** - Projeto geotécnico – Procedimento. Rio de Janeiro: Abnt; 1983.



BRASIL, **Instrução normativa nº. 04**, de 13 de abril de 2011. Ibama. Disponível em:  
<[www.ibama.gov.br/phocadownload/supes\\_go/in\\_04\\_11\\_prad.doc](http://www.ibama.gov.br/phocadownload/supes_go/in_04_11_prad.doc)>. Acesso em: 20/01/14.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, Política Nacional dos Resíduos Sólidos, de 12 de agosto de 2010. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 24/11/13.

BRASIL. **Resolução nº 1**, de 23 de janeiro de 1986. CONAMA. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 22/12/13.

BRASIL. **Resolução Nº 430**. CONAMA de 13 de maio de 2011. Disponível em:  
<<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>  
Acesso em: 17/02/14.

BRASIL. **Lei nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998, Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19605.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm)>

HENNING, E., POMPÊO, C. A. **O licenciamento ambiental como instrumento da gestão de recursos hídricos**. In Simpósio internacional sobre gestão de recursos hídricos. Gramado - RS, 1998

LANZA, V. C. V.; MACHADO R. M. G.; TORQUETTI. Z. S. C.; FERNANDES, P. R. M.; REIS, A. G.; TEIXEIRA, C. Z. **Caderno técnico de reabilitação de áreas degradadas por resíduos sólidos urbanos**. Belo Horizonte, novembro de 2010.

MAJER, J. D. **Fauna studies and land reclamation technology: review of the history and need for such studies**. In: **Animals in primary succession: the role of fauna in reclaimed lands**. London: Cambridge University Press, p. 3-33, 1989.

REICHERT, G. A.; ANJOS, I. **Aterro sanitário da extrema - Porto Alegre: concepção de projeto**. In. 19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Foz do Iguaçu - PR, 1997.

ROSCHILD, A.B. **Gestão ambiental dos resíduos sólidos: o caso do aterro controlado de Pelotas – RS e suas perspectivas de futuro**. Pelotas, 2011.

PELOTAS. **Lei Municipal 4.354**, de 11 de março de 1999. Dispõe sobre o Código Municipal de Limpeza Urbana de Pelotas e dá outras providências. Disponível em:  
<[http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse\\_legislacao/leis/1999/Lei\\_n\\_4.354.pdf](http://www.pelotas.rs.gov.br/interesse_legislacao/leis/1999/Lei_n_4.354.pdf)> Acesso em: 20/12/13.

PEZZINI, M. A. **Monitoramento e modelagem ambiental da água subterrânea e de efluentes provenientes do aterro de resíduos sólidos urbanos de Guaíba-RS**. Passo Fundo, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**/Luis Enrique Sánchez. – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SAROLDI, M. J. L. A.; FERREIRA J. RITTER, A. E. **Indicadores de monitoramento ambiental dos termos de ajustamento de conduta na gestão de resíduos sólidos no estado do Rio de Janeiro**. In 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental-ABES, Campo Grande/MS, 2005.