



7<sup>mo</sup>  
Congreso de  
Medio Ambiente

Actas 7mo Congreso de Medio Ambiente AUGM  
22 al 24 de mayo de 2012. UNLP. La Plata Argentina

## EXIGÊNCIAS PARA O LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE ÁREAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS NO BRASIL: A EXPERIÊNCIA DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, SP

**Requirements for environmentally permitting areas for land fills in Brazil: the  
experience of the Município de Sao Carlos, SP**

Wellington Cyro de Almeida Leite<sup>a\*</sup>, Érica Pugliesi<sup>b</sup>, Marcus Cesar Avezum Alves de  
Castro<sup>c</sup>, Valdir Schalch<sup>d</sup>

<sup>a</sup> Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG), Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” – UNESP, Avenida Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333, CEP 12516-410,  
Departamento de Engenharia Civil, Guaratinguetá – SP. [wcyro@uol.com.br](mailto:wcyro@uol.com.br)

<sup>b</sup> Centro de Ciências Biológicas e da Saúde (CCBS), Universidade Federal de São Carlos –  
UFSCAR. Rodovia Washington Luiz, Km 235, CEP 13565-905, São Carlos - SP.  
[epugliesi@gmail.com](mailto:epugliesi@gmail.com)

<sup>c</sup> Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista “Júlio de  
Mesquita Filho” – UNESP. Av. 24-A, 1515, CEP 13506-900, Departamento de Geologia  
Aplicada, Rio Claro - SP. [mccastro@rc.unesp.br](mailto:mccastro@rc.unesp.br)

<sup>d</sup> Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo – EESC/USP – Avenida  
Trabalhador São-carlense, 400, CEP 13566-590, Departamento de Hidráulica e Saneamento, São  
Carlos - SP. [vschalch@sc.usp.br](mailto:vschalch@sc.usp.br)

\*Autor para correspondência: +55 16 8119 3087. [wcyro@uol.com.br](mailto:wcyro@uol.com.br)

*Palavras-chave: aterro sanitário; licenciamento ambiental; gestão de resíduos sólidos,  
Brasil*

*Keywords: landfill, environmental licensing, solid waste management, Brazil*

*Título abreviado: Licenciamento ambiental de aterros sanitários no Brasil*

**ABSTRACT**

In Brazil, according to Resolution 001/86, the National Environmental Council - CONAMA, all modifying activity or potentially modifying the environment, must be preceded by the preparation of the EIA - Environmental Impact Assessment and its RIMA - Environmental Impact Report . The need to install a new sanitary landfill in the municipality of San Carlos, finds support in the fact that the current landfill in the city have been in operation since the mid-1990s and now find their ability to receive solid waste almost exhausted and must terminate its activities at the end of 2011. Added to this, the fact that there is no technical possibility for expanding due to lack of appropriate area on the site where he currently is. This paper presents the activities related to preparation of the EIA and RIMA the new landfill in the municipality of São Carlos, involving procedures for analysis of primary data, surveys and field investigations, laboratory testing and overlay charts for locational choice of alternatives. For its implementation has been allocated a team of professionals, experts in the fields of geology, engineering (civil, chemical and sanitary), biology, ecology, archeology, history and social sciences. The EIA presented the steps involved and activities related to project design, the technological and location alternatives, the methodology to assess potential environmental impacts that may occur in the phases of installation, operation and post-closure of the new landfill, measures to be taken to minimize the impacts, as well as programs to monitor all activities related to new venture. The process of obtaining the environmental permit prior lasted 24 months and testified to the environmental feasibility of the project (location and design). As a final result has been the effectiveness of the use of EIA / RIMA as a tool for assessing environmental impacts in the environmental licensing process in the country.

**RESUMO**

No Brasil, conforme a Resolução 001/86, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, toda atividade modificadora ou potencialmente modificadora do meio ambiente, deve ser precedida da elaboração do EIA – Estudo de Impacto Ambiental e do respectivo RIMA – Relatório de Impacto Ambiental. A necessidade de se instalar um novo aterro sanitário no município de São Carlos, encontra amparo no fato de o atual aterro sanitário do município estar em operação desde meados da década de 1990 e

atualmente encontrar sua capacidade em receber resíduos sólidos praticamente esgotada, devendo encerrar suas atividades no final do ano de 2011. Soma-se a isso, o fato de não haver possibilidade técnica para a sua ampliação, devido à escassez de área apropriada no local onde atualmente se encontra. Este trabalho apresenta as atividades relacionadas à elaboração do EIA e RIMA do novo aterro sanitário do município de São Carlos, que envolveram procedimentos de análise de dados primários, levantamentos e investigações de campo, ensaios de laboratório e sobreposição de cartas para seleção de alternativas locais. Para sua execução foi alocada uma equipe de profissionais, especialistas nas áreas de geologia, engenharia (civil, química e sanitária), biologia, ecologia, arqueologia, história e ciências sociais. O EIA apresentado envolveu as etapas e atividades relacionadas à concepção do projeto, às alternativas tecnológicas e locais, a metodologia para avaliar eventuais impactos ambientais que poderão ocorrer nas fases de instalação, operação e pós-encerramento da instalação do novo aterro sanitário, medidas a serem tomadas para minimizar os impactos, bem como os programas de monitoramento de todas as atividades relacionadas ao novo empreendimento. O processo de obtenção da licença ambiental prévia durou 24 meses e atestou a viabilidade ambiental do empreendimento (localização e concepção). Como resultado final tem-se a efetividade da utilização do EIA/RIMA como instrumento de avaliação de impactos ambientais no processo de licenciamento ambiental no país.

## **INTRODUÇÃO**

O Brasil é uma República Federativa composta por 26 Estados que abrigam 5565 municípios, além do Distrito Federal. Embora o conjunto de textos legais federal sobreponha os textos legais dos estados e municípios esses entes federados (estados e municípios) podem legislar dentro de suas jurisdições, tornando, muitas vezes, sua legislação mais restritiva que a do governo central. É o que ocorre, por exemplo, com a legislação ambiental do Estado de São Paulo, que, notadamente é mais restritiva e acurada que a legislação do restante dos estados do país. Neste contexto, nos últimos 20

anos, a questão dos resíduos sólidos, principalmente os de origem domiciliar, vem exigindo grandes esforços dos administradores públicos, pois diariamente, são gerados no Brasil, cerca de 160000 toneladas deste tipo de resíduos.

No Brasil, não se operam usinas de incineração de resíduos domiciliares. A instalação desses equipamentos, até recentemente era vista com desconfiança pelos órgãos de licenciamento ambiental, devido aos riscos de poluição atmosférica. Essas dúvidas já foram esclarecidas com a aprovação do marco regulatório de resíduos sólidos no Brasil (Lei Federal N° 12305 de 02/08/2010, regulamentada pelo Decreto de Lei N° 7404, de 23/12/2010) que além do grande avanço, ao estabelecer a gestão compartilhada e a logística reversa, na área de resíduos sólidos, admite a instalação de usinas de incineração, em regiões metropolitanas ou em áreas onde existam consórcios intermunicipais, em escala compatível para a gestão dos resíduos sólidos, em conformidade com a Lei N° 11107 de 06/04/2005.

Embora discussões, nesse sentido, estejam avançando, principalmente nos grandes centros urbanos e em consórcios intermunicipais para a gestão compartilhada de resíduos, que começam, timidamente a ser criados em algumas regiões do país. No Brasil, os municípios têm autonomia para legislar sobre os problemas dentro de suas jurisdições.

Diante do exposto fica clara a complexidade até então, vivenciada para o equacionamento da questão dos resíduos sólidos, que poderá ser superada, ainda nesta década, com o novo marco regulatório de resíduos sólidos, que deixa claro, os

instrumentos e meios que articularão um novo modelo de gestão, contemplando: diretrizes, arranjos institucionais, aspectos legais e mecanismos de financiamento.

Este trabalho que se propõe a relatar a experiência vivenciada pelo município de São Carlos - SP, onde vivem atualmente 220000 habitantes. Situado na porção central do Estado de São Paulo, na região sudeste do Brasil, no município são gerados, atualmente, cerca de 160 toneladas diárias de resíduos sólidos domiciliares. A necessidade de se instalar um novo aterro sanitário no município de São Carlos, encontra amparo no fato de o atual aterro sanitário do município estar em operação desde meados da década de 1990 e atualmente encontrar sua capacidade em receber resíduos sólidos praticamente esgotada, devendo encerrar suas atividades no final do ano de 2011. Soma-se a isso, o fato de não haver possibilidade técnica para a sua ampliação, devido à escassez de área apropriada no local onde atualmente se encontra. Para tanto, conforme a Resolução N<sup>o</sup> 237/97 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e das exigências da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), braço técnico da Secretaria de Meio Ambiente do Estado citado, o município de São Carlos empreendeu Estudos de Impactos Ambientais (EIA), para a seleção de áreas aptas a receber o empreendimento, seguido do Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA), que após análise prévia, nos órgãos ambientais, foram submetidos à audiência pública (maio de 2010), tendo como interlocutores diversos segmentos da sociedade organizada.

Esses estudos foram iniciados em janeiro de 2007 e finalizados em outubro de 2009 e envolveu docentes/pesquisadores de duas Universidades Públicas do Estado de São Paulo (UNESP e USP) e mais 25 profissionais de diversas áreas de conhecimento: geologia, engenharia (civil, química e sanitária), biologia, ecologia, arqueologia, história e ciências sociais; que realizaram trabalhos de campo para a escolha da área

considerando os aspectos do meio físico, da fauna, da flora, das atividades antrópicas, além de simularem eventuais impactos ambientais para todas as fases do empreendimento (implantação operação e encerramento), e propuseram as respectivas medidas mitigadoras para cada um dos possíveis impactos ambientais considerados.

## **METODOLOGIA**

Para a elaboração deste trabalho, os autores realizaram uma análise de toda a documentação e estudos apresentados no processo de licenciamento ambiental do aterro sanitário do município de São Carlos/SP para compreender a utilização do instrumento de gestão ambiental que se configura o Licenciamento Ambiental em atividades potencialmente impactantes. Foram avaliados os estudos de viabilidade locacional, os relatórios parciais das atividades desenvolvidas e o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e respectivo Relatório de Impacto ao Meio Ambiente (RIMA). Foram coletados e analisados dados referentes ao histórico de disposição final de resíduos no município, assim como os elementos que compõem o sistema de gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **Histórico da disposição final de resíduos sólidos domiciliares no município**

Até 1980, a coleta e destinação final dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos eram de responsabilidade da Prefeitura Municipal. O local utilizado para disposição final era uma área distante da cidade, no Sítio Santa Madalena, localizado no Km 2 da antiga estrada vicinal entre São Carlos e Analândia (área próxima ao Posto Castelo, na Rodovia Washington Luiz, km 221).

O local funcionava como um “lixão”, o resíduo era depositado a céu aberto sem qualquer controle e cobertura. Não houve a adoção de critérios ambientais para a escolha da área, por tratar-se de área utilizada há décadas para esta finalidade. Ressalte-se que, na época, a administração local não tinha e nem dela era cobrado o conhecimento técnico a respeito das consequências da deposição desordenada de resíduos. O atual órgão de controle da poluição ambiental do Estado de São Paulo estava, à época, em fase de definição de suas obrigações com a defesa do meio ambiente, pois a Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental – CETESB foi criada nos termos da Lei Estadual nº 997, de 31 de maio de 1976 e de seu Regulamento, aprovado pelo Decreto Estadual nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, e suas alterações.

Portanto, provavelmente, na época em que se deu início à deposição de resíduos no local, toda sorte de resíduos gerados no município de São Carlos (resíduos domiciliares; resíduos industriais; resíduos de serviços de saúde; resíduos da construção civil; animais mortos e outros), eram para ele encaminhados e enterrados no local.

Em 1980, a empresa Vega Sopave (atualmente parte do grupo Solvi), por meio de processo licitatório, passou a administrar a coleta e o destino final dos resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos, SP e o faz até os dias atuais. Com o aumento

das exigências de legislações e pressão dos órgãos ambientais, em 1988, foram tomadas medidas para a transformação do então lixão em um aterro controlado. Os resíduos dispostos a céu aberto foram recobertos com terra para impedir, principalmente, a proliferação de insetos e de roedores. A área foi utilizada por 17 anos até outubro de 1996 e a partir daí a responsabilidade voltou a ser da Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC), apenas para sua manutenção e monitoramento e não mais como destinação final dos resíduos sólidos domiciliares.

No final de 1994 iniciou-se a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares em um aterro sanitário licenciado. O processo de licenciamento ambiental iniciou-se no ano de 1989, com a seleção da área e apresentação de um estudo ambiental para o licenciamento. O aterro sanitário foi projetado para receber os resíduos sólidos de origem domiciliar, coletados pelos serviços de coleta regular do município. O aterro localiza-se na Fazenda Guaporé, no município de São Carlos, distando aproximadamente 15 km do centro da cidade. Possui acesso pela Rodovia Washington Luiz, na altura do km 243, por meio de uma estrada de terra vicinal (Figura 1). A área total do aterro é de 10.63 ha.





**Figura 1.** Vista aérea – localização do aterro sanitário de São Carlos, SP destacando as estradas de acesso.

**Figure 1.** Aerial view - location of the landfill of São Carlos, SP highlighting the access roads.

Os resíduos dispostos são compostos por materiais orgânicos putrescíveis passíveis de serem degradados biologicamente, materiais passíveis de reciclagem como plástico, vidro, metal, papel e ainda materiais inertes entre outros. Segundo a PMSC, os resíduos de origem industrial ou comercial que apresentam potencial periculosidade não são recebidos para disposição final no aterro sanitário. Resíduos de origem comercial podem ser recebidos até o volume de 100 L; de construção civil até o volume de 50 L e alguns resíduos especiais como animais mortos de pequeno porte, restos de móveis e colchões e ainda resíduos provenientes de serviços de varrição.

No aterro sanitário foram tomadas medidas de engenharia sanitária para a proteção do meio ambiente, tais como: impermeabilização do solo com argila compactada e/ou manta, recobrimento diário dos resíduos, queima de gases e recolhimento do chorume em lagoas de contenção.

No ano de 2007 foi apresentado um RAP para a construção de uma nova célula no aterro sanitário, pois este encontrava-se próximo à sua capacidade máxima de operação. Após o encerramento do aterro e durante o período de licenciamento e construção da nova célula, os resíduos sólidos domiciliares gerados no município foram encaminhados a um aterro particular, o Centro de Gerenciamento de Resíduos (CGR) Guatapará. Em meados de Agosto de 2008, o aterro sanitário de São Carlos reinicia as atividades de recebimento dos resíduos após a emissão da Licença de Operação e mantém suas atividades até o final de 2011, quando ocorre o esgotamento da capacidade de recebimento de resíduos e selamento da célula.

### **Elaboração do estudo de impacto ambiental**

O licenciamento ambiental é o instrumento de gestão ambiental que orienta a avaliação da viabilidade ambiental, localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais potencialmente ou efetivamente poluidores ou daqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental. As licenças ambientais no Estado de São Paulo seguem as diretrizes da Resolução N<sup>o</sup> 237/97 do Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA e da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). O tipo de licença emitida (licença prévia, licença de instalação e licença de operação) dependem do perfil e porte da atividade a ser licenciada, assim como da fase de implantação do empreendimento.

A Licença Prévia é concedida na fase preliminar do planejamento em função do porte e do potencial poluidor do empreendimento, aprovando a sua concepção e localização, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes

a serem atendidos nas próximas fases de sua implantação. Não autoriza o início das obras. A Licença de Instalação autoriza a instalação do empreendimento (terraplanagem, construção cível) de acordo com as especificações constantes nos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes. Já a Licença de Operação autoriza o funcionamento da atividade, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta na Licença de Instalação, com as medidas de controle e condicionantes determinados para a operação. O Estudo de Impacto Ambiental (EIA) é um dos instrumentos utilizados para avaliar a viabilidade ambiental de empreendimentos na fase de solicitação da Licença Prévia.

Os estudos realizados no EIA do aterro sanitário tiveram por finalidade obter, junto aos órgãos de controle da poluição ambiental do Estado de São Paulo, a Licença Prévia (LP) de uma nova área para implantação de um aterro sanitário para disposição final de resíduos sólidos domiciliares (classe II-A, não-inertes, conforme ABNT 10004/2004) no município de São Carlos (SP), para uma disposição diária inicial de 160 toneladas (estimada para o ano de 2010), podendo alcançar 320 tn/dia em seu encerramento (estimado para ocorrer em um período superior a 20 anos).

O município de São Carlos vem operando o atual aterro sanitário desde meados da década de 1990, encontrando-se atualmente no limite de sua capacidade – não há viabilidade para um novo processo de ampliação da capacidade de disposição. Atualmente, uma nova célula encontra-se em fase inicial de preenchimento, o que deve assegurar o equacionamento da situação até meados de 2010, ocasião em que o município já deverá contar com os elementos necessários para a continuidade de sua estratégia de gerenciamento dos resíduos sólidos. O licenciamento ambiental de um

novo aterro sanitário insere-se neste contexto, assumindo um papel destacado no que diz respeito à gestão dos resíduos domiciliares do município.

O aterro sanitário será implantado em área de 56 ha, localizada no Km 162 (Fazendas Felicíssima e Invernada) da Rodovia SP-215, na zona rural do município de São Carlos. Esta área situa-se a oeste da malha urbana, próxima à divisa com os municípios de Ribeirão Bonito e Ibaté. Para a implantação do empreendimento, a municipalidade declarou de utilidade pública a referida área.

Os estudos realizados atendem a requisitos básicos de desempenho que condicionam o projeto a ser elaborado – basicamente, uma vida útil mínima de 20 anos para o atendimento à demanda municipal (inicialmente 160 tn/dia, estimadas para o ano de 2010, podendo alcançar algo em torno de 320 tn/dia em sua fase de encerramento). O volume total de resíduos estimados para a disposição no aterro sanitário é de 2921678.40 m<sup>3</sup> e, somados aos 20% de solo de cobertura, perfaz um volume total de 3506014.13 m<sup>3</sup>.

É importante destacar que esta estimativa para a geração de resíduos para os próximos anos não considera uma desejada redução da quantidade de resíduos encaminhados para o aterro, decorrentes do avanço dos programas de coleta seletiva e de conscientização para a redução dos resíduos na fonte geradora. Deve-se ponderar ainda que a taxa utilizada para estimar a geração de resíduos para os próximos 20 anos considera tanto o crescimento populacional do município como também o aumento da geração *per capita* de resíduos.

Além disso, a concepção do empreendimento foi fundamentada nas seguintes diretrizes: garantir a proteção do solo e dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; prevenir a geração de odores; controlar e monitorar a estabilidade da massa de resíduos; controlar/mitigar os impactos visuais e sonoros; prevenir a dispersão de resíduos leves tanto na área de entorno do empreendimento quanto nas vias de acesso; gerenciar o biogás gerado pela decomposição anaeróbia; aplicação de técnicas de engenharia para o controle de processos erosivos; minimizar a geração de particulado pelo trânsito de caminhões coletores e máquinas pesadas; minimizar a geração e garantir o devido gerenciamento de líquidos percolados; controlar a proliferação de vetores de doenças; prever encerramento com integração paisagística; e adotar um monitoramento ambiental contínuo. O empreendimento não prevê o lançamento de efluentes líquidos (líquidos percolados e esgoto sanitário) em corpos d'água. Os líquidos percolados, após tratamento no empreendimento, deverão ser lançados na Estação de Tratamento de Esgotos Sanitários do município de São Carlos, e os esgotos sanitários, gerados nas instalações de apoio, tratados em sistema fossa-filtro.

Alem da área de disposição de resíduos sólidos, estão previstos os seguintes equipamentos operacionais: oficina, guarita, escritórios, refeitório, galpão para armazenamento temporário de pneumáticos e área de recepção e armazenamento temporário de resíduos de serviços de saúde.

As atividades relacionadas à elaboração do EIA/RIMA envolveram procedimentos de análise de dados primários, levantamentos e investigações de campo, ensaios de laboratório, complementados por dados secundários. Para sua execução foi alocada uma

equipe de profissionais, especialistas nas áreas de geologia, engenharia (civil, química e sanitária), biologia, ecologia, arqueologia e ciências sociais.

Apresenta-se, a seguir, a relação das etapas e atividades preconizadas para o desenvolvimento dos trabalhos para avaliar de forma sistemática os impactos ambientais decorrentes da instalação de um Aterro Sanitário para Disposição Final de Resíduos Sólidos Domiciliares do município de São Carlos.

### **Identificação do empreendimento**

O objeto de licenciamento consta de um aterro sanitário para a disposição final dos resíduos sólidos domiciliares (classe II-A) gerados no município de São Carlos/SP, planejado e dimensionado para receber os resíduos por um período não inferior a 20 anos – o que significa um volume de disposição que varia de 160 a 320 tn/dia, em início e final de plano, para o período de operação estimado (2010-2029).

Entende-se por resíduos sólidos domiciliares e semelhantes, aqueles enquadrados como Classe II A, segundo a ABNT (NBR-10004/2004), com destaque aos seguintes resíduos, conforme a sua origem: Resíduos domiciliares, propriamente ditos; Resíduos comerciais, oriundos de restaurantes, lojas, mercados e supermercados, escritórios, hotéis, etc.; Resíduos de serviços municipais, resultantes de manutenção de jardins, praças públicas, áreas de recreação, varrição de ruas, limpezas de feiras, bocas de lobos etc.; Resíduos industriais semelhantes aos domiciliares, gerados nas áreas de administração, refeitórios das indústrias etc.; Resíduos institucionais, originados em

escolas e demais instituições governamentais e, Resíduos de serviços de saúde previamente tratados (cinzas, escórias ou aqueles submetidos à desinfecção).

O município está localizado na região central do estado (latitude sul 21° 30' e longitude oeste 47° 30'), a uma altitude média de 856 m. O território do município de São Carlos está localizado em duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI-13 (Tietê/Jacaré) e a UGRHI-09 (Mogi-Guaçu), como indica a Figura 2.



**Figura 2.** Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos às quais pertence o município de São Carlos

**Figure 2.** Units of Water Resources Management which belongs to the municipality of São Carlos

Ocupa uma superfície de 1140 km<sup>2</sup>, dos quais cerca de 70 km<sup>2</sup> constituem sua área urbana. Sua população se aproxima dos 220 mil habitantes (SEADE, 2007), apresentando uma taxa de crescimento populacional médio de 1.99% ao ano (para o período 2000/2006). Para a implantação do empreendimento, foi declarada de utilidade pública uma área de aproximadamente 56 hectares situada a oeste da malha urbana do

município, com acesso dado pela rodovia SP-215, próximo à divisa com os municípios de Ribeirão Bonito e Ibaté.

### **Justificativa do empreendimento**

O gerenciamento de resíduos sólidos domiciliares envolve a integração de várias etapas que, mesmo admitindo um nível de excelência nos processos de redução, reutilização e reciclagem, serão necessariamente finalizadas com o tratamento e a disposição final. A diretriz preconizada idealmente para *resíduo zero (zero waste)*, frente às tecnologias atualmente disponíveis, ainda está longe de ser viável. Frente a isto, tem-se que a disposição final dos resíduos sólidos tem posição garantida e destacada nas estratégias de gerenciamento de resíduos sólidos, e em especial para os resíduos domiciliares.

Atualmente a única técnica de disposição final de resíduos sólidos domiciliares considerada adequada pelos órgãos ambientais é o aterro sanitário, exceção para os pequenos municípios nos quais é permitido a disposição em vala. No entanto, vale lembrar que a implantação de aterros sanitários não deve ser tomada como uma solução definitiva em si mesma, o que significa que as outras etapas do sistema de gerenciamento de resíduos como, por exemplo, programas para redução de resíduos na fonte geradora, a coleta seletiva, as práticas de reuso, o consumo consciente e a reciclagem devem ser continuamente incentivadas e avaliadas, tendo em vista a sua importância para a redução da quantidade de resíduos destinadas a aterros sanitários.

A justificativa do empreendimento deve constar, obrigatoriamente, do conteúdo dos estudos destinados ao licenciamento ambiental, de forma a atender ao que estabelece a



Resolução no 001/86 do CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, a qual dispõe sobre a exigência de elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e respectivo Relatório - EIA/RIMA para as atividades modificadoras ou potencialmente modificadoras do meio ambiente.

Assim, atendendo a esse quesito apresentam-se as considerações que justificam a implantação do aterro sanitário para disposição final de resíduos sólidos domiciliares do município de São Carlos/SP: a atual situação do gerenciamento dos resíduos sólidos no município de São Carlos; a necessidade de instalação de um empreendimento para disposição final de resíduos, face ao esgotamento próximo da vida útil do atual aterro sanitário do município; a escolha da alternativa tecnológica, em função da avaliação do desempenho técnico-ambiental-econômico; e a seleção da alternativa locacional, levando em conta os múltiplos critérios envolvidos na questão.

### **Alternativas Locacionais**

A identificação das alternativas locacionais que apresentem condições adequadas (em termos ambientais) para a implantação do empreendimento é condição obrigatória no escopo de um Estudo de Impacto Ambiental. Tais alternativas compõem, em conjunto com as alternativas tecnológicas (relacionadas à concepção do empreendimento), o conjunto de elementos fundamentais para a determinação da viabilidade ambiental do empreendimento ou atividade em questão – objeto específico de análise pelo órgão ambiental, vinculada à solicitação da Licença Prévia.

Na determinação da aptidão do meio para a implantação de empreendimentos e desenvolvimento de atividades humanas deve-se tomar como premissa básica o fato de que as características dos meios físico, biológico e antrópico conferem, para cada parcela de território, maior ou menor potencial (ou, em oposição, menor ou maior restrição) para as diferentes tipologias de ocupação.

No caso de um aterro sanitário, assume-se que a combinação de fatores como conformação do relevo, tipos de solos, formações geológicas, recursos hídricos, entre outros, determinam a capacidade (ou aptidão) do meio em acomodar certas atividades humanas de forma que os impactos dessas atividades não ultrapassem os níveis aceitos pela sociedade e/ou impostos pela legislação. Por outro lado, outros fatores como infraestrutura de transporte ou presença de aglomerados urbanos são encarados como elementos que potencializam ou restringem a aptidão do meio para tais atividades.

A legislação aplicada à Avaliação de Impacto Ambiental (CONAMA 01/86 e resoluções correlatas) especifica que sejam avaliadas todas as alternativas de localização do projeto. Para o empreendimento em questão, o atendimento a essa imposição legal significa avaliar todo o território do município quanto à existência de sítios aptos a acomodar tal atividade. Com base nesses princípios, a metodologia aplicada no estudo visou a classificação do território do município de São Carlos, com base nos dados disponíveis, com relação à sua aptidão para disposição de resíduos sólidos domiciliares em aterro sanitário, a fim de fornecer subsídios para a tomada de decisão quanto à localização mais adequada para o empreendimento a ser implantado.

### **Trabalhos de campo**

Foram realizados trabalhos de campo a fim de verificar se os dados extraídos de mapas e imagens oficiais ou obtidos por outros pesquisadores no município ou região condizem com a atual realidade do município. Foram percorridos cerca de 800 quilômetros ao longo do território municipal conferindo-se informações como uso e ocupação do solo, presença de vegetação nativa e infra-estrutura implantada. Também foram coletadas coordenadas para 47 pontos de controle para o georeferenciamento de imagens do satélite CBERS-2 (sensor CCD, adquiridas em 27/11/2005, órbitas-ponto 156\_124 e 156\_125). Tais imagens foram utilizadas para auxiliar na localização de fragmentos de vegetação nativa, reservatórios, estradas e limites das áreas urbanizadas e dos condomínios situados nas áreas rurais.

### **Alternativas tecnológicas**

Sob o aspecto das alternativas tecnológicas, a opção pela disposição final em aterro sanitário foi posicionada diante das estratégias tecnologicamente viáveis para o tratamento e disposição de resíduos, o que contempla um panorama dos programas municipais de coleta de recicláveis, compostagem, e de fomento à redução na geração de resíduos sólidos domiciliares. É apresentada uma análise de diferentes concepções tecnológicas para a disposição de resíduos sólidos, destacando-se as vantagens e desvantagens de cada uma delas. Como resultado, o EIA aponta a alternativa tecnológica que melhor se adapte às condições ambientais e sócio-econômicas do município.

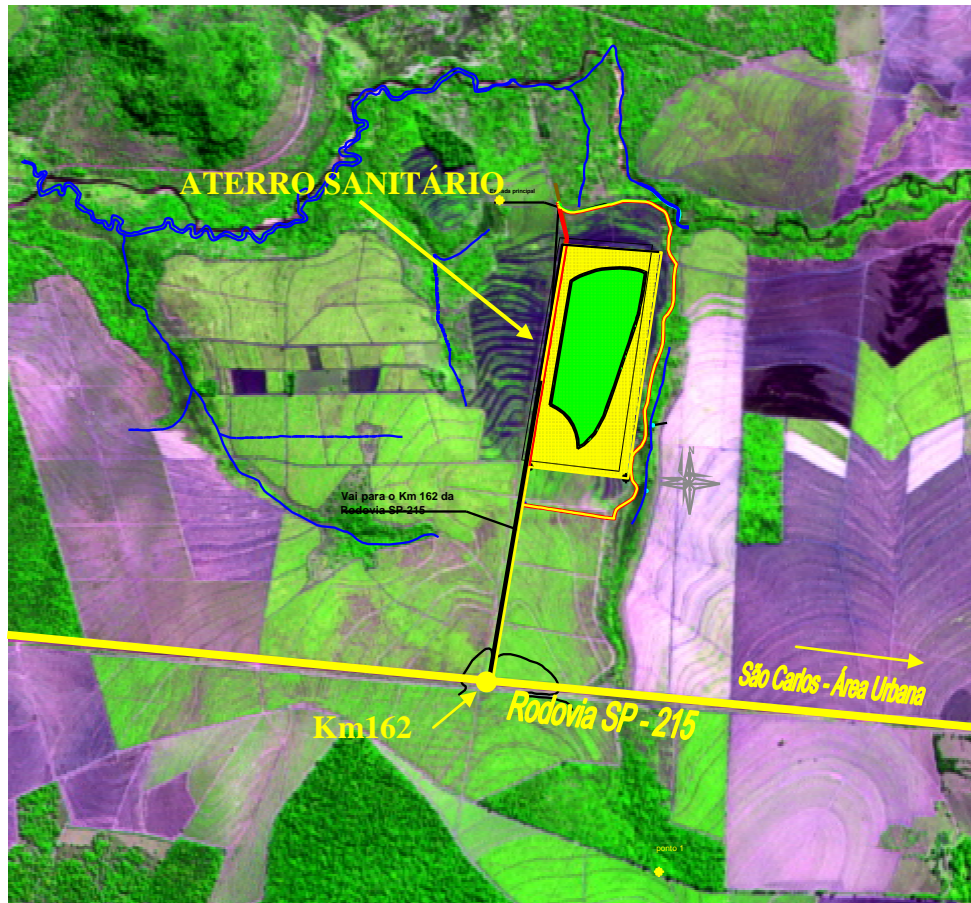
### **Planos, Programas e Projetos Co-Localizados**

As políticas públicas de gestão de resíduos no município são compatíveis com o empreendimento proposto. Com relação ao ordenamento de usos do solo, o Plano Diretor de São Carlos estabelece que a área indicada para a implantação do aterro sanitário é apta à tipologia do empreendimento. A área indicada para a implantação do empreendimento está inserida sobre região intensamente antropizada, com exploração agrícola intensa para produção de cana-de-açúcar. Está previsto um plano de monitoramento de águas superficiais e de águas subterrâneas das proximidades do empreendimento, detectando e prevenindo eventuais impactos ambientais que possam ocorrer.

### **Localização do Empreendimento e Acessos**

A área, destinada ao novo aterro sanitário de São Carlos está situada a oeste da malha urbana do município, com acesso dado pela rodovia Luiz Augusto de Oliveira – SP-215, próximo às divisas com os municípios de Ribeirão Bonito e Ibaté. Esta área ocupa a borda leste Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia Tietê/Jacaré (UGHRI – 13) nas Coordenadas Geodésicas: Lat. 22° 02' 53,72" S e Long. 186° 00' 04,35" W e as Coordenadas U.T.M N – 7.558.752,3596 m e L – 190.202,008 m, referenciadas pelo Datum do Córrego Alegre – 1924, Meridiano 45 WGr, fuso 23.

A Figura 3 apresenta a imagem da área do futuro aterro sanitário de São Carlos, com suas principais vias de acesso e detalhes da área de entorno do empreendimento.



**Figura 3 .** Localização da área proposta para o futuro aterro sanitário  
**Figure 3.** Location of the proposed area for the future landfill

### **Elementos do projeto - Sistemas de Proteção Ambiental**

A prevenção de prováveis impactos ambientais provocados por aterros sanitários está associada tanto à concepção de seus projetos, quanto aos seus aspectos operacionais e são descritos a seguir.

### **Sistema de Impermeabilização do Solo**

A impermeabilização da base do aterro sanitário será obtida pela compactação do leito natural do terreno escavado (corte). O procedimento compreende a regularização do fundo do corte, escarificação do terreno, umedecimento ou secagem do terreno, (compactação no ramo úmido, dentro do intervalo de umidade ótima +/- 2%) e compactação com rolo pé de carneiro. O grau de compactação deve ser de 95% relativamente ao Ensaio Normal de Compactação de Solos (Proctor Normal – NBR 7182) e atingir um coeficiente de impermeabilização de, pelos menos,  $K = 10^{-7}$  cm/s. Sobre o solo compactado será aplicada uma manta de PEAD (polietileno de alta densidade) com 2 mm de espessura, assentada, ancorada e testada por equipe técnica especializada, visando garantir a proteção do solo e das águas subterrâneas na área de influência do empreendimento.

### **Sistema de Drenagem de Águas Pluviais**

O sistema de drenagem superficial tem como finalidade básica desviar as águas de chuvas precipitadas sobre o aterro, bem como em sua bacia de contribuição, para fora da área de operação do aterro, diminuindo dessa forma, a geração de excessivos volumes de líquidos percolados, durante e após a fase de execução do aterro, além de facilitar a sua operação, inclusive em dias chuvosos.

Este sistema requer a construção de canais de superfície livre a meia encosta, ou canaletas, envolvendo toda a área do aterro. Recomenda-se ainda, conferir um bom caimento à cobertura diária do aterro (aproximadamente 2%) para evitar empoçamentos.

### **Sistema de Captação e Drenagem de Líquidos Percolados**

As águas provenientes da precipitação direta sobre o aterro, bem como as do escoamento superficial das áreas adjacentes, tendem a percolar através da massa de resíduos, carreando poluentes que, juntamente com o chorume oriundo da decomposição do lixo, constitui uma substância de alta carga poluidora (percolado).

O sistema de drenagem subsuperficial visa coletar e conduzir os líquidos percolados gerados na massa de resíduos para o sistema de tratamento formado por linhas horizontais de drenagem, tipo “espinha de peixe”, constituídas por canaletas de seção transversal, escavadas por retro-escavadeira e preenchidas com britas. Para evitar a colmatação dos drenos, sobre os mesmos serão colocados material sintético (manta geotêxtil), seguida de uma camada de areia grossa.

### **Sistema de Coleta e Queima dos Gases**

A parte orgânica dos resíduos domiciliares confinada em aterros sanitários sofre um processo de decomposição anaeróbio. Nesse processo, o carbono combina-se com o hidrogênio, formando o metano ( $\text{CH}_4$ ), que é inflamável quando misturado com o ar na proporção de 10 a 15%, podendo também provocar a morte por asfixia se invadir, sob condições peculiares, residências ou instalações próximas ao aterro. O controle da geração e migração desses gases é realizado por meio de sistema de coletores de gases, constituído pela superposição vertical de tubos perfurados de concreto de envoltos por uma tela de aço galvanizado preenchido com britas.

### **Cobertura diária, impermeabilização superior e cobertura final**

Após a execução das células sanitárias, deve-se proceder à cobertura e selamento das mesmas. Ao final da jornada de trabalho, sobre a massa de resíduos compactados, deve ser lançada uma camada de terra. Essa camada tem por finalidade impedir que a fração orgânica dos resíduos entre em decomposição ao ar livre, propagando odores, além de evitar a proliferação de vetores (moscas, ratos, baratas, etc.) e evitar o espalhamento de materiais leves pela ação do vento, bem como reduzir a atração de aves e catadores.

### **Identificação e avaliação dos impactos ambientais, ações geradoras, medidas mitigadoras e de monitoramento**

Um dos elementos principais para a avaliação da viabilidade ambiental de empreendimentos é, sem dúvida, a etapa de análise dos potenciais impactos associados às atividades e operações vinculadas à implantação do empreendimento em questão, considerando suas diferentes fases (planejamento, implantação, operação e desativação).

O objetivo principal desta etapa é a formulação de hipóteses referentes à geração de impactos ambientais significativos, passíveis de ocorrerem em função da inserção do empreendimento sobre a alternativa locacional indicada, avaliando-se os efeitos positivos e negativos sobre a qualidade ambiental nas diferentes áreas de influência, para as várias etapas do empreendimento. Porém, deve-se destacar que a análise dos impactos potenciais depende diretamente dos dados levantados na etapa de diagnóstico ambiental, realizados nas etapas anteriores. Tal diagnóstico fornece as condições para se elaborar um prognóstico da situação futura sem o empreendimento e, com base na



identificação e descrição das potenciais alterações sobre a qualidade do meio em suas áreas de influência, prognosticar também a situação futura na hipótese do empreendimento ser implantado. Assim, a partir do diagnóstico ambiental, será possível identificar as potencialidades e as fragilidades dos meios físico, biológico e antrópico em função das características do empreendimento.

Sendo assim, os procedimentos adotados no desenvolvimento da análise dos impactos ambientais envolveram as seguintes etapas:

- Identificação das ações (*aspectos ambientais*) ligadas às diferentes fases do empreendimento (*planejamento, implantação, operação e desativação*), que podem promover alterações da qualidade ambiental sobre as áreas de influência;
- Identificação dos impactos ambientais associados às ações da etapa anterior;
- Descrição dos níveis de alteração que essas ações podem vir a causar sobre o meio, utilizando parâmetros ambientais preferencialmente quantitativos para sua previsão e, quando não for possível, métodos qualitativos, amparados pela literatura científica, opinião de especialistas, e em experiências de empreendimentos similares;
- Avaliação do grau de importância dos impactos ambientais descritos, tendo em vista o contexto socioambiental em que se insere o empreendimento.

Para Stamm (2003) o processo de avaliação de impactos ambientais envolve três etapas:

1. Identificação dos impactos ambientais de maneira a compreender a natureza dos mesmos (diretos/indiretos; positivos/negativos; reversível/irreversível; temporário/permanente);
2. Análise detalhada dos impactos para determinar a magnitude e extensão;
3. Julgamento da significância (importância) dos impactos, verificando a

necessidade ou da adoção de medidas mitigadoras.

Os impactos descritos são classificados de acordo com seu grau de importância, estabelecida a partir da combinação de atributos descritivos, conforme estabelece a Resolução CONAMA 01/86. Sendo assim, são classificados quanto à sua *expressão* (benéficos ou adversos), *origem* (com relação à sua fonte causadora, se diretos ou indiretos), *duração* (temporários ou permanentes), *temporalidade* (imediatos, de curto, médio ou longo prazo), *reversibilidade* (com relação à capacidade do ambiente afetado retornar ao seu estado anterior, ou seja, se reversível ou irreversível), complementados com a sua *espacialidade* (se de abrangência local, regional ou global), *cumulatividade* e *sinergismo* (considerando os efeitos cumulativos, ou seja, com outros impactos similares incidentes sobre a mesma área, ou que apresentem efeito potencializado pela combinação de impactos entre si).

## CONCLUSÕES

A localização de atividades realizada a partir da caracterização do meio e da atividade que se pretende instalar, com a participação da sociedade envolvida na discussão e definição dos critérios a serem aplicados, é condição essencial para a determinação da viabilidade ambiental do empreendimento, intrinsecamente relacionada aos preceitos de um novo paradigma de desenvolvimento, com bases efetivamente sustentáveis.

Espera-se que, as experiências reportadas neste tipo de estudos possam orientar novos projetos de aterros sanitários no Brasil, principalmente aos que forem destinados a

atenderem os consórcios intermunicipais para a gestão compartilhada de resíduos conforme determina o novo marco regulatório, já em vigência no Brasil e que será contextualizado no trabalho que se propõe.

## **AGRADECIMENTOS**

À FUNDUNESP – Fundação para o Desenvolvimento da UNESP, pelo apoio na execução deste trabalho e na viabilização da participação neste congresso.

Ao NEPER – Núcleo de Estudo e Pesquisa em Resíduos Sólidos, pelo apoio e dados fornecidos para a elaboração deste trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Brasil. 2007. Lei nº 11445 de 6 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 8 de janeiro de 2007
- Brasil. 2010. Lei nº 12305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos no Brasil. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 02 de agosto de 2010
- Brasil. 2011. Decreto nº 7404 de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta os dispositivos da Lei 12305 de 02 de agosto de 2010. *Diário Oficial da União*, Brasília-DF, 02 de janeiro de 2011
- CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente). 1997. *Resolução N<sup>o</sup> 237/97 – Critérios para o Licenciamento Ambiental*. Brasília – DF, 19 de dezembro de 1997

- São Carlos (Prefeitura Municipal de São Carlos – SP). 2009. *Estudo de Impactos Ambientais (EIA) e Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA) para o Licenciamento Ambiental de Área para a Implantação de Um Aterro Sanitário de Resíduos Sólidos Domiciliares*. São Carlos – SP, outubro de 2009: 578 p