

3. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS E TECNOLÓGICAS

Neste capítulo estão apresentadas as alternativas locacionais e tecnológicas estudadas, bem como realizada uma avaliação de cenário considerando a não implantação do empreendimento.

Salienta-se que o aterro sanitário será implantado na CTR-Palmeiras, que já se encontra em fase de implantação de sua infraestrutura de apoio assim como do TMB-Piracicaba, portanto as alternativas em questão abordarão apenas a implantação e operação do aterro sanitário.

3.1. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

O Aterro Sanitário é considerado uma técnica de disposição de lixo adequada e segura em termos ambientais e sanitários, desde que siga os critérios de engenharia e normas operacionais adequadas (IPT, CEMPRESA, 2000; CAPELO NETO, 2005). É ainda considerada uma técnica de disposição pouco onerosa, portanto favorável para a maior parte dos municípios brasileiros

Segundo SANTOS, 2008, se os aterros sanitários não forem implantados em áreas ambientalmente adequadas e que possuam suporte para abrigar este tipo de empreendimento, podem acarretar sérios danos ambientais, sociais e de saúde pública.

Dentre as questões críticas relacionadas à disposição de RSD em aterros sanitários, estão os rígidos critérios para a escolha de áreas adequadas, com intuito de prevenir que substâncias nocivas ao ambiente sejam liberadas e propagadas (BROLLO, 2001). Dentre os requisitos destaca-se: a necessidade de áreas com grandes extensões territoriais para que o sistema possua uma vida útil mínima de 10 anos; afastamento de núcleos habitacionais; compatibilidade com o zoneamento da região; topografia adequada (superior a 1% e inferior a 30%); distanciamento de cursos hídricos; características geológicas e de solo adequadas; dentre outros (ABNT, 1997). Tais critérios têm se tornado um problema para as cidades com elevado grau de urbanização ou que não possuem áreas disponíveis e com características adequadas para abrigar aterros sanitários.

Com relação a Brollo (2001), o estudo das áreas potenciais a sediar aterros se dá a partir do uso e ocupação do solo e de aspectos fisiográficos do terreno, no que diz respeito à vulnerabilidade natural à contaminação de aquíferos e quanto à suscetibilidade natural aos processos geodinâmicos (erosão, escorregamentos e inundações). As áreas com potencial para sediar aterros são àquelas, geralmente, de uso agroindustrial ou rural.

A seleção de uma área com condições físicas adequadas significa menores riscos ao meio ambiente e a saúde pública. Diante disto, tem-se que o processo de seleção e escolha do local para a implantação de aterros sanitários exigem a compatibilização de vários fatores ambientais, buscando-se o equilíbrio entre os aspectos sociais, as alterações do meio ambiente e os custos inerentes do empreendimento.

Conforme já especificado no capítulo anterior deste estudo, mais especificamente no item que trata da gestão dos resíduos sólidos no município de Piracicaba desde o final da década de 90, quando estava por fim a vida útil do Aterro Pau Queimado, a municipalidade iniciou o processo de buscar novas alternativas para a questão dos resíduos sólidos.

Desde o início do processo de delegação dos serviços públicos de limpeza urbana, o município de Piracicaba partiu para a busca de uma área com dimensões significativas e adequadas para receber o sistema proposto e que, obedecendo a critérios técnicos, ambientais e legais, contemplasse o maior número de vantagens com vistas à proteção ambiental e à saúde pública e com a máxima redução de efeitos adversos sobre o meio ambiente.

Para viabilizar uma área adequada para a implantação da CTR-Palmeiras, foram efetuadas buscas no município de Piracicaba a partir da análise dos planos diretores, leis de uso e ocupação do solo, mapas de macrozoneamento e outros dispositivos legais do município de Piracicaba, verificou-se que não existe nenhuma restrição quanto à implantação de Aterros Sanitários.

Para a seleção da área em escala local realizou-se um estudo que contendo os seguintes aspectos:

- Acessibilidade

Verificação da adequabilidade das rodovias e/ou vias de acesso, considerando gabaritos e condições de tráfego, para acesso à área a partir da área geradora de resíduos;

- Vizinhança:

Análise do entorno das áreas propícias considerando a maior ou menor densidade de ocupação urbana nas vizinhanças e seu distanciamento em relação à área em estudo;

- Ocupação:

Verificação do tipo de ocupação atual da área, a existência ou não de benfeitorias, destacando se é área produtiva, de lazer ou mista;

- Interferências:

Verificação da presença ou não de interferências que impliquem em restrição ou remoção para utilização da área, tais como: linhas de transmissão e/ou distribuição de energia, oleodutos, gasodutos e outras;

- Paisagem:

Observação do eventual impacto na paisagem ditado pela situação topográfica local, devido à visibilidade ou não do Empreendimento pela população residente nas vizinhanças imediatas ou de passagem pela região;

- Vegetação:

Verificação da existência ou não de vegetação representativa na área, especificando se nativa ou reflorestamento, se em fragmentos maiores ou espécimes isolados e o porte médio em que se encontram;

- Topografia:

Análise da adequabilidade topográfica da área, preferencialmente com terrenos bem definidas e com encostas com declividades inferiores a 20%;

- Geologia:

Verificação da adequabilidade do solo quanto às características de permeabilidade e compressibilidade para impermeabilização da base e suporte do maciço, além da disponibilidade de material de cobertura; e

- Hidrogeologia e Hidrologia:

Verificação da existência ou não de nascentes e corpos d'água e pré-analisada a provável profundidade do lençol freático na área.

Pelo exposto é possível inferir que a escolha da área selecionada para a implantação do novo Aterro Sanitário teve como principais aspectos favoráveis:

- A localização estratégica, por estar inserido em área rural e relativamente distante das zonas populosas;

- A facilidade de logística dos veículos coletores ao dispor os resíduos pois se situa em um trecho servido por vias de acesso em condições adequadas de tráfego;
- A área escolhida não apresenta nenhum tipo de conflito com as leis de zoneamento municipais e foi devidamente autorizada, através da Anuência de Uso e Ocupação do Solo;
- A gleba possui características físicas adequadas, com condições de solo e nível do lençol freático favoráveis;
- Facilidade de todos os aspectos ambientais pertinentes às fases do empreendimento, que vai desde o licenciamento ambiental até mesmo as medidas de controle após seu encerramento;
- A escolha da localidade não se constituiu em um fator de confronto com a comunidade vizinha, visto que a atividade predominante no entorno, é a plantação de cana-de-açúcar;
- O futuro empreendimento não vai alterar o cenário de maneira significativa e nem as condições ambientais vizinhas.

De acordo com os aspectos elucidados é possível afirmar que do ponto de vista da escolha da localidade, a implantação do empreendimento encontra-se plenamente justificada.

3.2. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Atualmente, a necessidade de encontrar tecnologias para o correto gerenciamento de resíduos sólidos tem sido cada vez mais frequente. É nítido que um município gera grande quantidade de resíduos e é imprescindível que eleja as formas mais eficazes de tratamento.

Assim, surgiram regulamentações técnicas sobre o assunto sempre visando a garantia da manutenção e melhoria da qualidade ambiental das regiões sob influência dos sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos. Nesse sentido devem ser citadas as normas brasileiras, editadas pela ABNT, que estabeleceram critérios técnicos para a elaboração e apresentação de projetos dos sistemas de tratamento e disposição de resíduos sólidos.

Todas as formas de tratamento e disposição de resíduos atualmente existentes apresentam vantagens e desvantagens, restrições de aplicação e necessidade de investimento em recursos materiais e técnicos. Esses elementos devem ser considerados criteriosamente, de forma a possibilitar a adoção de soluções técnicas e ambientalmente adequadas, que resolvam os problemas ligados aos resíduos dentro de metas economicamente viáveis.

Atualmente, esta sendo implantada a CTR- Palmeiras, que conta com as licenças prévia e de instalação já emitidas pela CETESB para a implantação do TMB-Piracicaba e também toda a infraestrutura de apoio para o sistema de limpeza urbana do município. A TMB-Piracicaba foi dimensionada para receber e tratar a totalidade dos resíduos sólidos domiciliares e poda verde gerados no município de Piracicaba. Porém, os rejeitos do processo de tratamento devem ser adequadamente dispostos.

3.2.1 Descrição Geral Sobre o TMB-Piracicaba

O TMB-Piracicaba foi dimensionado para:

- Receber toda a geração de RSU do Município de Piracicaba;
- Melhorar as características físico-químicas dos rejeitos através da minimização do potencial de emissão de biogás e da carga orgânica do chorume;
- Diminuir da quantidade de resíduos a serem aterrados, em especial do seu volume, ou seja, potencialização da vida útil do aterro;
- Promover a absorção e eliminação de substâncias contaminantes;
- Definir a implantação de sistema integrado de triagem, propiciando a reciclagem, reaproveitamento dos resíduos visando a proteção dos recursos naturais;

- Reduzir as emissões de odores em especial as relacionadas com os odores da decomposição, através de procedimentos mitigadores como o enclausuramento de gases e adoção de filtro biológico.
- Melhorar o conceito social e ambiental da unidade de beneficiamento de resíduos.

De um modo geral, o CTR receberá e tratará os resíduos provenientes da coleta urbana do município, sendo que primeiramente os mesmos serão separados no **Tratamento Mecânico** em diferentes frações que serão processadas ou coletadas separadamente na planta de tratamento mecânico-biológico. Os resíduos coletados passíveis de reciclagem serão encaminhados para as Cooperativas de catadores conveniadas ao município de Piracicaba. Os resíduos inorgânicos não passíveis de reciclagem serão encaminhados diretamente para aterro. Os resíduos orgânicos prosseguirão no sistema para o sistema de **Tratamento Biológico – TMB-Piracicaba**.

O tratamento biológico ocorrerá na forma de fermentação e de estabilização aeróbia em leiras e/ou em túneis onde serão processadas as frações com alto potencial de degradabilidade com dimensões entre 0 e 50 mm, que representam cerca de 50% do fluxo total de resíduos urbanos coletados. A este fluxo também é adicionado como material estruturante a poda verde coletada no município em um volume de 3.000 t/a. Durante o processo de Fermentação há produção de Biogás que será queimado em flare, para uma destruição mínima do metano - CH₄ de 99 % e uma emissão máxima de 120 ppm de monóxido de carbono. O substrato resultante do processo de fermentação é direcionado então para a estabilização aeróbia em leiras ou em túneis, combinado com material, também de 0 a 50 mm, que vem diretamente da triagem mecânica. Após este processamento a fração orgânica, 0 a 50 mm, se encontra em forma de composto inerte organicamente e será encaminhado para aterro. Estima-se uma redução de volume de até 40% do volume total de resíduos encaminhados a aterro após tratamento.

Todos os efluentes dos sistemas mencionados acima serão coletados, armazenados em tanque de percolado e enviado para estação de tratamento adequada e devidamente licenciada. O ar das áreas de tratamento de resíduos também será coletado e tratado em biofiltro localizado próximo às instalações descritas acima, estima-se um volume de 156.000 m³/hora.

3.2.2 Alternativas Tecnológicas para a Disposição Final dos Rejeitos

O desenvolvimento de estudos de alternativas locais se constitui em um importante instrumento para a redução dos impactos ambientais inerentes à implantação de obras potencialmente impactantes ao meio ambiente, e a alternativa local apresentada é o resultado das avaliações de diagnóstico e medidas propostas no decorrer deste estudo de impacto ambiental.

Considerando-se os conceitos de execução ou não-execução de empreendimento, a implantação do TMB-Piracicaba remete à condição na qual a área contígua à existente seja preferencial, como alternativa de disposição final com menor impacto ao meio ambiente.

Apresenta-se neste item a identificação de duas alternativas tecnológicas existentes – Incineração e Aterro Sanitário – para o tratamento e disposição final dos rejeitos da CTR que estejam, propiciando uma comparação envolvendo aspectos técnicos, ambientais e sociais de cada uma.

3.2.2.1 Incineração

Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) podem ser queimados, desde que combustíveis, com o objetivo de reduzir o volume e peso iniciais e/ou destruir substâncias e materiais indesejáveis, alterando as características dos resíduos. Esta combustão deve ser feita de forma rigorosamente controlada em usinas incineradoras, cujos produtos do processo basicamente são o dióxido de carbono e vapor d'água, além de outros gases residuais em menores quantidades, bem como cinzas e escórias (material incombustível). As substâncias potencialmente nocivas geradas, como as dioxinas e furanos, devem ser mantidas, através dos controles do processo, em níveis mínimos desejáveis de concentração, para proteção do ambiente e da saúde pública.

Incineradores destinados exclusivamente para RSU, enquanto unidades totalmente fechadas e controladas, podem ser implantado próximo à CTR, evitando o transporte desnecessário dos rejeitos a grande distância (Aterro ESTRE). São também unidades mais compactas e requisitam uma área menor quando comparado aos processos de aterramento sanitário.

Por se tratarem de unidades complexas, com alto grau de automatização e número elevado de dispositivos de controle, que exigem especialização de mão-de-obra, incineradores implicam em investimentos e custos de operação mais elevados em relação a outros

processos. No entanto, os resíduos resultantes dessa forma de tratamento, que são descartados no ambiente, têm volumes bastante reduzidos, além de haver a possibilidade de aproveitamento da energia liberada na queima, para geração de vapor e eletricidade.

Abaixo a **Tabela 3.2.1-1** apresenta as vantagens e desvantagens desta opção tecnológica.

Vantagem	Desvantagem
Destruição em grande escala dos resíduos, de forma sanitária, com redução importante do volume a ser descartado, restando cinzas e os materiais incombustíveis.	Exige investimento muito alto e apresenta altos custos de operação devido a complexidade e número de equipamentos, os quais requerem manutenção contínua e mão-de-obra especializada.
Possibilidade de recuperação energética, sob a forma de vapor de água ou eletricidade.	Há pouca flexibilidade de adaptação às quantidades a tratar, devido à sofisticação e grau de controle necessário à sua operação, limitando-se à capacidade dos equipamentos instalados.
Necessidade de menor área por quantidade de resíduo tratado que as demais.	Necessidade de rígido controle das normas de segurança.
Alternativas.	
Solução permanente, mas restrita à capacidade de queima do incinerador.	Requer aterros de resíduos sólidos perigosos (Classe I) para disposição das cinzas.
Possibilidade de ser localizado perto de zonas de coleta, em áreas urbanizadas e, conseqüentemente, gerar economia de transporte desde que instalado e operado com as técnicas recomendadas para a proteção à saúde e ao meio ambiente.	Necessidade da elaboração de criteriosos estudos de impactos ambientais para sua implantação e operação, pois geralmente são localizados em zonas urbanizadas das cidades.
Poder processar a grande maioria dos resíduos de qualquer natureza.	

Tabela 3.2.1-1 – Vantagens e Desvantagens da implantação de uma unidade incineradora para tratar os rejeitos da TMB-Piracicaba.

3.2.2.2 Aterro Sanitário

A implantação da CTR e os benefícios decorrentes da instalação do aterro sanitário no mesmo local aumenta a capacidade do município de Piracicaba de atender integralmente as premissas previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) uma vez que este arranjo tecnológico permite o tratamento integral dos resíduos sólidos urbanos.

O empreendimento apresenta, ainda, importantes adequações sob o aspecto de alternativas tecnológicas, que melhoram sobremaneira os impactos locacionais, no que se refere à melhor utilização de uma área já destinada para o tratamento de RSU como medida para se evitar gastos extras com transporte e disposição final.

Outro ponto importante é o fato que a evolução tecnológica dos aterros tem minimizado significativamente os riscos de danos ambientais, podendo-se afirmar atualmente que os aterros tecnicamente bem implantados e operados, não constituem em um equipamento de risco ao meio ambiente, mas sim em um equipamento urbano imprescindível a fim de evitar e mitigar os tratamentos inadequados e, sobretudo disposições clandestinas de resíduos.

Diante disto, a opção tecnológica objeto desse estudo, escolhida para a CTR- Palmeiras para o adequado gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos gerados no Município de Piracicaba, é a construção de um aterro sanitário, já que o aterro existente já foi encerrado e como já foi citado anteriormente, os resíduos estão sendo encaminhados para aterro terceirizado no município de Paulínia, o que se torna inviável principalmente pelo alto custo. O aterro sanitário em questão será implantado com todos os dispositivos recomendados pelas normas técnicas e legislação pertinente. O empreendimento será construído segundo parâmetros estabelecidos pelas Normas da ABNT e obedecendo a critérios que privilegiem a manutenção da qualidade ambiental da região sob sua influência, conforme abordagens apresentadas nos capítulos seguintes do presente estudo.

Além disso, a implantação de aterros sanitários também é a forma recomendada para a disposição dos resíduos sólidos não reaproveitáveis, de acordo com a Lei Federal 12.305 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos.

Sobre a escolha das alternativas tecnológicas pela empresa merecem destaques os seguintes aspectos:

- Como já foi mencionado anteriormente, os resíduos sólidos urbanos gerados atualmente no Município de Piracicaba são dispostos em aterro particular, no município de Paulínia e apresenta condições adequadas de funcionamento, segundo o inventário realizado.

- Foram considerados fatores intrínsecos da gleba, como: localização, área disponível, recurso naturais existentes, vizinhança, entre outros. Além disso, deve ser destacado que, do ponto de vista do uso dessa gleba, o aterro foi preconizado de maneira que as obras necessárias à implantação sejam de baixa magnitude;
- O aterramento dos resíduos deverá ser executado em área com topografia previamente preparada, para assegurar a estabilidade do maciço, e devidamente impermeabilizada, para impedir que líquidos percolados atinjam o solo e as águas subterrâneas;
- Os líquidos percolados recolhidos no interior do maciço deverão ser encaminhados através de tubulações até o sistema de acúmulo de onde deverão ser esgotados, através de bombeamento, para os caminhões pipa que o transportarão até a unidade de tratamento do Município de responsabilidade do Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba (SEMAE);
- Neste sistema, todos os elementos voltados para a segurança ambiental, como os taludes, bermas, dispositivos de drenagem de líquidos e gases e outros, terão seu desempenho periodicamente monitorado e qualquer não conformidade poderá ser detectada e corrigida antes que acarrete consequências danosas à integridade física do maciço e ao meio ambiente.

Como desvantagens na implantação deste sistema de gerenciamento podemos citar:

- Necessidade de área com características apropriadas;
- Solução temporária (importante quando a capacidade é pequena);
- Necessidade de controle operacional rigoroso, para assegurar os padrões sanitários e ambientais do projeto.

Quanto às desvantagens apontadas acima, é possível inferir que serão plenamente gerenciáveis, uma vez que os controles operacionais a serem adotados seguirão as normas técnicas específicas, além dos empreendedores já possuírem larga experiência neste tipo de empreendimento.

As principais vantagens da implantação e operação de um Aterro Sanitário, são:

- Baixos custos de implantação, operação e manutenção;
- Grande flexibilidade de adaptação às quantidades a serem dispostas;
- Não requer pessoal altamente treinado, oferecendo empregos para pessoal local.

Outro aspecto favorável nesta escolha é que esta tecnologia não impede que, com o passar do tempo, sejam buscadas outras formas para o tratamento de resíduos sólidos gerados nos domicílios ou indústrias.

A opção escolhida pode ser sustentada, ainda, no fato de que, mesmo quando forem preliminarmente adotados sistemas de compostagem e/ou programas de coleta seletiva, sempre resultará uma parcela dos resíduos não passíveis de aproveitamento, devendo estes rejeitos ser obrigatoriamente encaminhados a Aterros.

Dessa forma, considerando os vários aspectos citados anteriormente, conclui-se que é plenamente justificável a adoção da tecnologia de Aterro Sanitário como o principal elemento para a continuidade do sistema de disposição final de resíduos sólidos tratados do Município de Piracicaba.

É importante ressaltar que a municipalidade, através da Piracicaba Ambiental/S.A, contará também com outro dispositivo para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos de Piracicaba que é o Tratamento Mecânico Biológico. Na medida que essa alternativa tecnológica for implantada, prevê-se uma redução significativa no volume de disposição dos rejeitos e o aterro terá sua vida útil bastante elevada.

O aterro sanitário é indiscutivelmente a alternativa econômica, técnica e ambientalmente mais viável, se comparada às demais. Desta forma, considera-se justificada a escolha de aterro sanitário como alternativa tecnológica para a disposição dos resíduos sólidos urbanos (comerciais e industriais) gerados no município de Piracicaba – SP.

Desta forma, a partir do arranjo tecnológico proposto CTR e Aterro Sanitário, o Município de Piracicaba atende integralmente as premissas previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no momento em que implementa o tratamento integral dos resíduos sólidos urbanos.

3.3. AVALIAÇÃO DE CENÁRIO CONSIDERANDO A NÃO IMPLANTAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

Para completar o uso de alternativa locacional para a implantação do aterro sanitário objeto do presente estudo, cabe analisar a alternativa da não implantação do mesmo.

Como apresentado anteriormente o município de Piracicaba os resíduos sólidos são dispostos no Aterro de Paulínia, no município. Mesmo com a implantação da TMB-Piracicaba, haverá a geração de rejeitos que deverão ser adequadamente dispostos.

Uma vez que há expectativa de continuidade incessante da geração de resíduos no município de Piracicaba, e não havendo área municipais legalizadas com capacidade suficiente para disposição dessa demanda de resíduos, a preparação de uma área, tecnicamente e ambientalmente viável, torna-se imprescindível a construção de um aterro sanitário no município de Piracicaba.

A disponibilidade de uma área efetivamente adequada para a disposição dessa demanda de resíduos poderia culminar na necessidade de disposição emergencial em local tecnicamente inadequado, gerando riscos ao meio ambiente, e à saúde pública.

Diante desse fato, a não implantação do empreendimento proposto acabaria por gerar uma situação crítica de disposição de resíduos adequadamente, com resultados nefastos a curto, médio e longo prazo.