



## **Contribuição da Atividade de Projeto do MDL de Energia Barueri para o Desenvolvimento Sustentável**

***Atendimento à Resolução nº1 de 11 de setembro de 2003 da  
Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima***

*Versão Outubro 2012*

## 1. Introdução

### 1.1. Descrição da atividade de projeto de MDL

A presente atividade de projeto MDL consiste na implantação de uma Usina de Recuperação de Energia (URE) de resíduos sólidos urbanos, sob responsabilidade da Prefeitura do Município de Barueri, localizado no estado de São Paulo, região Sudeste do Brasil.

A utilização de uma unidade de produção energética a partir de resíduos sólidos urbanos possibilita, além da geração de energia elétrica, uma drástica redução da quantidade de resíduos a ser destinada aos aterros sanitários. A URE a ser instalada terá a capacidade para receber a totalidade dos resíduos sólidos do sistema de coleta operado pela Prefeitura Municipal de Barueri por pelo menos 28 anos além de possibilitar o recebimento dos resíduos de outros municípios interessados. O empreendimento prevê, assim como já ocorre em países desenvolvidos, que haja uma integração do mesmo com o meio físico e urbano, atendendo-se todas as normas ambientais vigentes.

Espera-se que, além de suprir as necessidades da URE, o excedente de energia elétrica gerado pela usina seja despachado ao Sistema Interligado Nacional (SIN) por um futuro sistema de distribuição conectado a uma subestação.

A localização proposta para a URE situa-se em área contígua à Estação de Tratamento de Esgotos – ETE de Barueri, de propriedade da SABESP. Essa área é esporadicamente utilizada como canteiro de obras de empreiteiras durante obras realizadas para a própria SABESP ou para a prefeitura de Barueri. No geral a área apresenta aptidão para o tratamento de resíduos urbanos, caracterizados atualmente por efluentes domésticos.

A Figura 1 ilustra a localização do empreendimento.

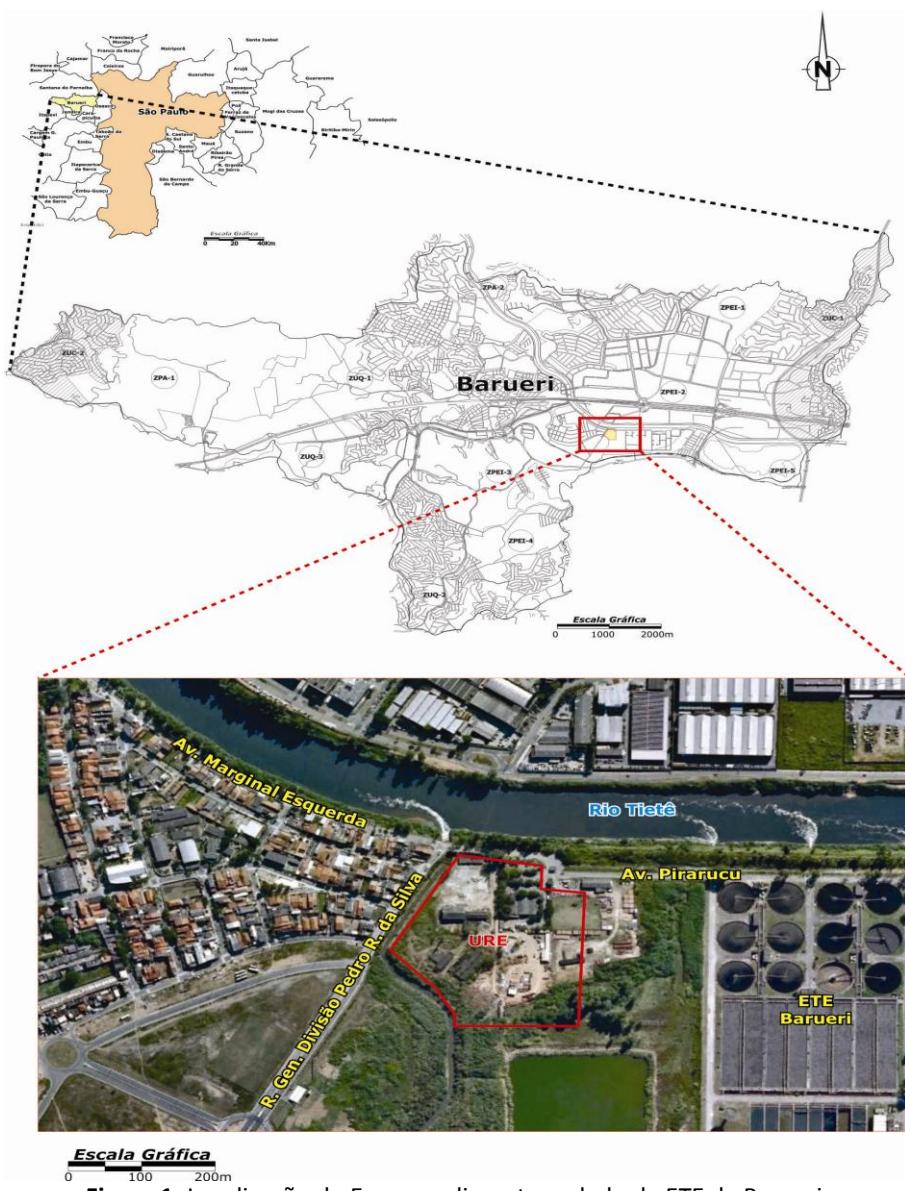


Figura 1: Localização do Empreendimento ao lado da ETE de Barueri.

Vale ressaltar que o tratamento térmico de resíduos urbanos em UREs já é adotado há várias décadas em vários países da Europa, América do Norte e Ásia com sucesso e com controle absoluto sobre os poluentes orgânicos persistentes, como ilustra a figura a seguir:



**Figura 2:** Referencia europeia em tratamento térmico de resíduos urbanos.

## 1.2. Sobre os participantes do projeto

A atividade de projeto Barueri Energia pertence à FOXX Soluções Ambientais Ltda., uma subsidiária integral da Foxx Participações LTDA. A FOXX Soluções Ambientais Ltda. é uma empresa fundada em 2008 e voltada exclusivamente para o desenvolvimento de projetos de geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos com parcerias estratégicas desenvolvidas com empresas líderes do segmento de *waste-to-energy*.

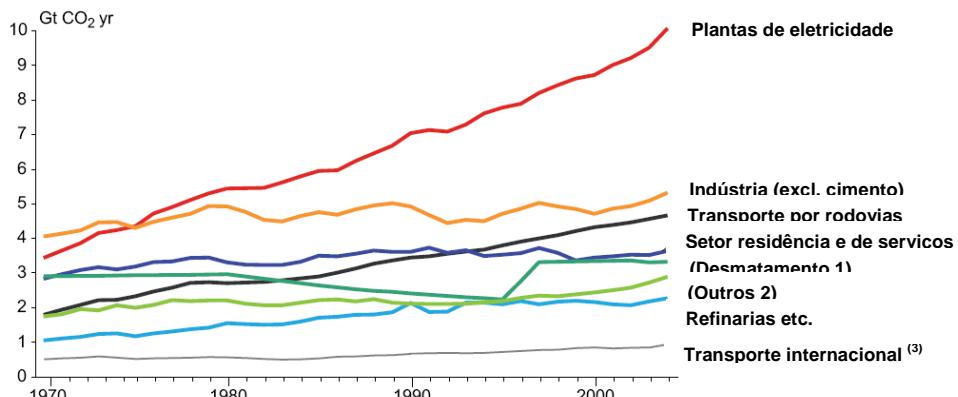
A Ecopart Assessoria em Negócios Empresariais Ltda. é assessora e participante do projeto Barueri Energia e suas atividades estão relacionadas à identificação e desenvolvimento de projetos com o foco voltado na redução das emissões de gases de efeito estufa e a comercialização de créditos de carbono desde 2000.

## 2. Contribuição do projeto ao desenvolvimento sustentável

O Protocolo de Quioto, adotado em dezembro de 1997, estabelece metas de redução de emissões de gases do efeito estufa por fontes antrópicas de 5,0%, em média, com relação aos níveis verificados no ano de 1990. Tais metas foram estabelecidas exclusivamente às Partes do Anexo I (FGV, 2002).

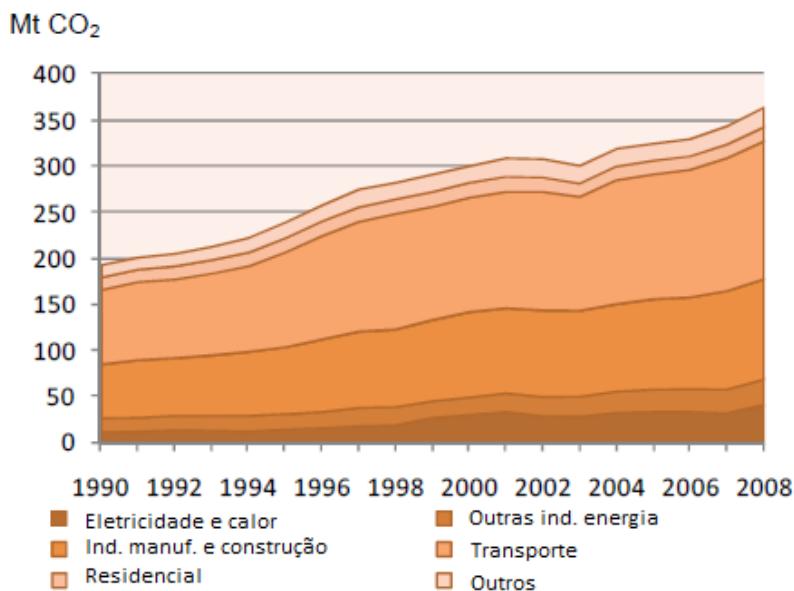
O Brasil, apesar de não fazer parte dos países do Anexo I, comprometeu-se com a redução voluntária com vistas à redução entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020, como discutido e apresentado na 15º Conferência das Partes (COP-15), realizada em Copenhague (LEI nº 12.187/2009).

Nesse contexto, vale ressaltar que o histórico de emissões de dióxido de carbono (Figura 3) demonstra que, globalmente, a principal fonte de emissão desse gás está associada à geração de energia.



**Figura 3:** Emissões de CO<sub>2</sub> globais de 1970 a 2004 (somente emissões diretas por fontes)<sup>1</sup> (Fonte: IPCC (2007)).

No Brasil, apesar das emissões de dióxido de carbono relacionadas à geração de eletricidade representar uma porcentagem relativamente baixa em comparação com outros setores – como, por exemplo, o setor de transporte, indústria e construção (Figura 4), o Brasil é considerado o segundo país da América Latina que mais emite dióxido de carbono, ficando atrás somente da Argentina (IEA, 2010).



**Figura 4:** Emissões de CO<sub>2</sub> por setor no Brasil (1990 – 2008). (Fonte: IEA (2010))

Segundo o Plano Decenal de Expansão de Energia - PDE 2019, as medidas de mitigação da emissão de GEEs no setor de energia são (EPE, 2010):

<sup>1</sup> Figura adaptada de Olivier et al., 2005; 2006. Algumas observações são apresentadas abaixo de acordo com as numerações apresentadas na figura:

- 1) Inclui combustível de madeira com uma contribuição líquida de 10%. Para queima de biomassa em grande escala, a média para 1997–2002 é baseada no banco de dados do satélite “Global Fire Emissions” (van der Werf et al., 2003). Inclui decomposição incêndios de turfa (Hooijer et al., 2006). Exclui queima de combustível fóssil.
- 2) Outros transportes de superfície doméstica, uso não energético de combustíveis, produção de cimento e ventilação/queima de gás da produção de óleo.
- 3) Inclui transporte aéreo e marinho.

- O aumento na participação dos biocombustíveis na matriz de transportes;
- A eficiência energética;
- A manutenção da participação de fontes renováveis na produção de energia elétrica.

Com o advento do conceito de desenvolvimento sustentável<sup>2</sup>, torna-se necessária a criação de mecanismos de geração de energia elétrica a partir de fontes renovável distribuído e de pequena escala.

Desta forma, a Atividade de Projeto do MDL de Energia Barueri está de acordo com os objetivos do Brasil junto à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC) para atingir as metas de redução de emissão de GEEs.

Adicionalmente, em atendimento a Resolução nº. 1, de 11 de setembro de 2003, da Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC) os participantes do projeto vêm declarar que a referida atividade de projeto contribui para o desenvolvimento sustentável no que diz respeito aos seguintes aspectos:

#### **a) Contribuição para a sustentabilidade ambiental local**

Uma usina de recuperação de energia (URE) consiste em uma tecnologia de tratamento térmico de resíduos que envolve a combustão dos resíduos sólidos urbanos de origem doméstica ou passíveis de incineração, convertendo esses resíduos em cinzas, gases, partículas e calor, que podem ser usados para gerar vapor que por sua vez poderá ser convertido em energia elétrica.

A geração de energia a partir do tratamento térmico de resíduos sólidos foi listada como uma tecnologia mitigadora dos efeitos do aquecimento global e passível de aplicação no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) pelo Comitê Executivo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, pois reduz as emissões de gases de efeito estufa de duas maneiras:

1. **Emissões de metano evitadas:** o projeto evitara emissões de metano ( $CH_4$ ), gás de efeito estufa que apresenta um potencial de aquecimento global 21 vezes maior que o  $CO_2$ , para atmosfera, uma vez que, os resíduos sólidos urbanos que outrora seriam enviados para aterros sanitários e emitiriam  $CH_4$  através da sua decomposição anaeróbica, serão incinerados.

2. **Geração de eletricidade pela atividade do projeto:** o projeto evitara que seja despachada eletricidade para o Sistema Interligado Nacional proveniente de outras fontes de energia, como, por exemplo, termelétricas que utilizam combustíveis fósseis. Desta forma, a geração de energia elétrica devido à incineração de resíduos sólidos urbanos, irá reduzir a necessidade de operação das termelétricas que utilizam combustível fóssil, diminuindo as emissões de gases de efeito estufa.

Além da geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis, a Atividade de Projeto do MDL de Energia Barueri irá auxiliar na grande dificuldade atual identificada no Brasil e no estado de São Paulo, onde o projeto está localizado, referente à disponibilidade de áreas com aptidão para a instalação de aterros sanitários e a situação de esgotamento de muitos aterros que já estão em funcionamento. A atividade de projeto proposta possibilita a redução da utilização de aterros sanitários que pode alcançar até 98%,

---

<sup>2</sup> O conceito de “desenvolvimento sustentável” foi primeiramente mencionado com a publicação do relatório das Nações Unidas “Nosso futuro comum” (do inglês *Our common future*) em 1987. Tal relatório é conhecido como Relatório de Brundtland. O desenvolvimento sustentável é definido como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras em suprir suas próprias necessidades (WILLERS, 1994).

quando ocorre a reutilização das cinzas de fundo, oriundas do processo de incineração. Vale ressaltar também que o modelo de disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros gera efeitos adversos no meio ambiente que podem ser mitigados em decorrência da instalação da URE de Barueri. A tabela abaixo apresenta uma avaliação da mitigação dos impactos ambientais locais propiciadas pelo projeto em comparação com os impactos ambientais locais estimados para o cenário de referência.

**Tabela 1:** Avaliação da mitigação dos impactos ambientais locais propiciadas pelo projeto em comparação com os impactos ambientais locais estimados para o cenário de referência.

<b><i>Impactos ambientais locais estimados pelo cenário de referência (aterros sanitários)</i></b>	<b><i>Mitigação dos Impactos ambientais locais pelo projeto sobre o cenário de referência</i></b>
<p>Exigência de grandes áreas de terrenos, com localização restrita em função da proximidade de áreas de mananciais e/ou de aglomerações urbanas, o que são cada vez mais escassos nas regiões de grande adensamento populacional. No município onde o projeto será implementado, não existem áreas e jazidas disponíveis para aterros, além do fato de que, a partir de Agosto de 2014, não será mais permitido a disposição de resíduos sólidos urbanos em aterros sem tratamento prévio.</p>	<p>A implantação da URE Barueri permitirá a diminuição da dependência de aterros sanitários em municípios vizinhos e, além disso, a implantação de uma URE utiliza área significativamente menor quando comparado ao aterro sanitário. Ademais, na implantação da URE, também será implementado um plano de gerenciamento de resíduos integrado, que irá ampliar o percentual de resíduos destinados à reciclagem através de um programa específico de ações e metas direcionadas para a separação dos resíduos na fonte, ou seja, nos domicílios, onde o lixo é gerado. Portanto, a URE Barueri permitirá a diminuição da dependência de aterros sanitários, o aumento da reciclagem de resíduos e a geração de energia elétrica de fonte renovável.</p>
<p>Necessidade de um sistema eficaz para drenagem e acumulação dos líquidos percolados (chorume), que será enviado para tratamento em estações de tratamento de esgotos, que geralmente, são distantes dos aterros, ocasionando altos custos e riscos na logística de transporte do efluente.</p>	<p>Situá-se em uma área contígua à Estação de Tratamento de Esgotos - ETE de Barueri, a qual recebe e trata esgoto não somente do Município de Barueri, mas também da maior parte da cidade de São Paulo além dos municípios de Jandira, Itapevi, Carapicuíba, Osasco, Taboão da Serra e partes de Cotia e Embu. Ressalta-se que nesta área não será necessária a implantação de adutora de água, uma vez que o empreendimento vai utilizar como fonte de abastecimento a água de reuso (que é o esgoto tratado) da SABESP. Não será necessária também a implantação de rede de esgoto, já que os efluentes gerados na URE serão direcionados para tratamento na própria ETE de Barueri. Portanto, a URE Barueri permitirá a diminuição de custos e riscos na logística de transporte do efluente e ainda não acumulará líquido percolado.</p>

<p>Possui baixo custo de implantação e operação, no entanto exige grandes áreas de terrenos, um sistema eficaz para drenagem dos líquidos gerados (chorume), altos custos de manutenção após o seu encerramento, desvalorização dos terrenos adjacentes, resistência por parte da <b>comunidade ao redor do aterro</b>.</p>	<p>Tem como principais objetivos a redução de massa e volume e a eliminação de riscos biológicos que possam ser causados pela disposição in natura de lixo doméstico. O processo de tratamento térmico de resíduos com recuperação de energia conta com quatro tecnologias disponíveis: Mass Burning, Leito Fluidizado, Gaseificação/Pirólise e Plasma. A URE de Barueri selecionou a tecnologia Mass Burning, por ser esta a mais utilizada para tratamento de lixo doméstico, com mais de 776 plantas em operação no mundo. Cerca de 75% do total de resíduos direcionados para sistemas de tratamento térmico são encaminhados para UREs de tecnologia Mass Burning. As demais tecnologias disponíveis de tratamento térmico apresentam desvantagens para queima de lixo doméstico, por este se tratar de um material de tamanho não uniforme e pela sua falta de homogeneidade. O tratamento do lixo na URE irá atender à nova Política Nacional de Resíduos Sólidos, tratando o lixo antes da sua disposição em aterro e prolongando a vida útil dos aterros existentes com redução de quase 90% do volume de lixo a ser disposto no solo.</p>
<p><b>Geração de odores, possibilidade de exposição e risco aos trabalhadores, além da possibilidade de passivos ambientais e emissões de gases de efeito estufa (Metano e Dióxido de Carbono).</b></p>	<p>Ressalta-se que em estudo comparativo entre as emissões da URE e as emissões de um aterro sanitário no mesmo local, convertendo os gases na geração de energia elétrica, que a URE apresenta vantagens em relação aos aterros sanitários, pois permite maior controle das emissões dos gases gerados. Além disso, as emissões da URE se encerram imediatamente após o tempo previsto de operação, enquanto nos aterros, as emissões continuam mesmo após o encerramento por dezenas de anos, além das dificuldades de captação do biogás e do chorume.</p> <p>A avaliação do cenário exposto indica a viabilidade da instalação da URE frente à disposição dos resíduos sólidos em aterro, a despeito das emissões atmosféricas. Além disso, é prevista a instalação de sistema de controle de emissões atmosféricas (reator e filtro de mangas); a realização de Teste de Queima e a implantação de Plano de Monitoramento da Qualidade do Ar.</p>

Ademais, a implantação da URE de Barueri irá garantir, entre outras questões, o cumprimento pleno e integral dos padrões de emissão previstos na legislação vigente, destacando-se:

- Resolução SMA 079 de 4 de novembro de 2009 com as diretrizes e condições de operação e licenciamento de URE;
- Decreto Estadual 8.468 de 8 de setembro de 1976 e suas atualizações;
- Resolução CONAMA 316 de 19 de outubro de 2002 que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos;
- Legislação de proteção dos recursos naturais (água, ar, solo, flora e fauna);
- Código Florestal Brasileiro e a proteção das APPs;
- Limites legais de emissão de poluentes atmosféricos e de níveis de ruído;
- Legislação sobre compensação ambiental em Unidades de Conservação.

Considerando a fase de operação do empreendimento, também será utilizado como apoio técnico o documento delineado pela Companhia Ambiental do estado de São Paulo – CETESB, Decisão de Diretoria 10/2010/P de 12 de janeiro de 2010 que “Dispõe sobre o Monitoramento de Emissões de Fontes Fixas de Poluição do Ar no Estado de São Paulo” – Termo de Referência para a Elaboração do Plano de Monitoramento de Emissões Atmosféricas (PMEA).

Desta forma, as emissões serão monitoradas a partir da entrada em operação da URE, e, de acordo com as especificações do fabricante, apresentadas no orçamento da Proposta do projeto, em janeiro de 2011, o projeto está em conformidade com a Resolução CONAMA nº 316 de 19 de outubro de 2001 e com a Resolução SMA 079 de 04 de novembro de 2009.

**Tabela 2:** Comparativo dos limites de emissão dos principais poluentes gerados pela operação da URE Barueri.

Poluente	Unidade	CONAMA nº 316/2002	SMA 079/2009	Especificações do fabricante
Particulado total	mg/Nm <sup>3</sup>	70	10	-
S <sub>O</sub> x (expresso em SO <sub>2</sub> )	mg/Nm <sup>3</sup>	280	50	50
NO <sub>x</sub>	mg/Nm <sup>3</sup>	560	200	200
HCl	mg/Nm <sup>3</sup>	80	10	10
HF	mg/Nm <sup>3</sup>	5	1	1
CO	mg/Nm <sup>3</sup>	125	50	-
Dioxinas e Furanos	ng/Nm <sup>3</sup>	0,5	0,1	0,1

É importante ressaltar ainda que, o abastecimento de água para a URE Barueri será feito diretamente do ponto de lançamento dos efluentes tratados da ETE da SABESP para alimentar a Estação de Tratamento de Água (ETA) URE. A ETA da URE terá capacidade de produzir até 135 m<sup>3</sup>/h de água clarificada (vazão de

projeto). Essa água clarificada será utilizada como água de processo em diversos usos e para produzir água desmineralizada para os sistemas de geração de vapor.

O projeto ainda prevê a destinação de maneira apropriada para todos os efluentes gerados durante as fases de implantação e operação do empreendimento. Os efluentes serão coletados por um sistema de drenagem de efluentes, encaminhados para uma caixa coletora e direcionados para um coletor tronco e encaminhados por bombeamento para tratamento na ETE de Barueri. Já as emissões atmosféricas geradas durante o tratamento térmico dos resíduos, serão tratadas num sistema de tratamento de gases (tipo seco – reator de neutralização a seco e filtros mangas com recirculação) acoplado diretamente na saída dos gases exauridos da caldeira da usina.

Com relação aos efluentes líquidos gerados no canteiro de obras durante a implantação da URE de Barueri que serão provenientes dos sanitários, refeitório, escritórios e das atividades de manutenção e lavagem de máquinas e equipamentos, a destinação final destes efluentes será realizada em fossas sépticas instaladas no canteiro de obras. O material sólido delas será periodicamente removido por caminhão limpa fossa e disposto em local autorizado. Acerca dos efluentes a serem gerados na oficina de manutenção, lavagem de máquinas e equipamentos e limpeza de peças, estes serão coletados e tratados por separadores de água e óleo, a fim de evitar a contaminação do solo e dos corpos hídricos ao redor do empreendimento. Quando isentos de óleo, os efluentes serão conduzidos ao sistema local de fossa séptica e sumidouro. Por sua vez, o óleo coletado será armazenado em tambores e, posteriormente, destinado às empresas especializadas e licenciadas na recuperação dos produtos.

Os resíduos sólidos gerados na fase de implantação da URE Barueri são apresentados a seguir, de acordo com a classificação proposta pela ABNT NBR 10.004/04:

**Resíduos Inertes de Obra (entulhos - Classe IIB):** resíduos gerados pela atividade de limpeza do terreno e na remoção das materiais existentes, solos, ferro, madeira, metais, entre outros e matéria orgânica. Estes resíduos são constituídos principalmente de concreto, tijolos e assemelhados, metais (ferro, aço, fiação), madeira, revestimentos, embalagens e solos. Os resíduos inertes serão temporariamente estocados em área específica no canteiro de obras do empreendimento para reaproveitamento por meio de reciclagem por empresas locais ou encaminhados para um aterro de resíduos de inertes, devidamente licenciado. As embalagens dos equipamentos e os materiais que serão utilizados nesta fase serão encaminhados para reciclagem e/ou coleta seletiva.

**Resíduos Domésticos (Classe IIA):** resíduos oriundos de atividades em escritórios, refeitórios, almoxarifado, como, por exemplo, restos de alimentos, papel de limpeza e similares, e dos sanitários (papéis higiênicos e similares) e de serviços de varrição, que serão gerados de forma contínua ao longo da implantação do empreendimento.

**Resíduos Perigosos (Classe I):** resíduos oleosos e produtos provenientes do abastecimento, manutenção e operação de veículos e equipamentos, panos, estopas, papéis, entre outros, contaminados por esses produtos. Os resíduos perigosos serão gerados nas atividades das obras civis e na manutenção de veículos e equipamentos e consistirão de óleos e lubrificantes, materiais impregnados com óleo e graxa, embalagens de materiais perigosos e materiais impregnados com tintas e outros materiais. Nos locais onde ocorrerão o

manuseio desses produtos o piso será impermeabilizado e será feita a instalação de caixas separadoras de água e óleo para propiciar a coleta e controle eficiente dos resíduos perigosos. Os resíduos serão armazenados em contêineres identificados e permanecerão temporariamente na área destinada a estes resíduos, de acordo com as normas específicas sobre resíduos sólidos perigosos. A disposição e tratamento final serão feitos por empresas credenciadas, conforme determinado pela agência ambiental do estado de São Paulo, a CETESB. Os resíduos oleosos serão encaminhados para aterros industriais devidamente licenciados ou ainda poderão ser reaproveitados.

**Resíduos Gerados no Ambulatório:** Os resíduos do serviço de saúde serão coletados separadamente e embalados de acordo com as normas aplicáveis, CONAMA nº 358 de 29/04/05 e CONAMA nº 06 de 19/09/91, além das normas NBR 12.809 e 12.810. Estes resíduos serão transportados e incinerados por empresa licenciadas.

Resumidamente, a tabela a seguir, apresenta os seguintes tipos de resíduos, estimativas quantitativas e disposição final dos resíduos identificados durante a implantação do empreendimento:

**Tabela 3:** Estimativa dos resíduos sólidos e perigosos a serem gerados durante a implantação do empreendimento.

<b>Tipo de Resíduos</b>	<b>Disposição Final</b>	<b>Unidade</b>	<b>Volume estimado total</b>
<i>Madeira usada</i>		$m^3$	70
<i>Fragments de pré-moldado</i>	Os resíduos recicláveis serão vendidos e o restante disposto em aterro licenciado, por empresa subcontratada	-	N.A
<i>Restos de alvenaria</i>		$m^3$	200
<i>Sucata metálica</i>		t	100
<i>Solo - Cortes</i>	Eventual volume de terra será mantido no local	-	N.A
<i>Graxas/Óleos/Fluidos usados</i>	Re-refino ou coprocessamento	$m^3$	0,7
<i>Estopa contaminada com óleos, solventes e graxas</i>	Aterro autorizado ou incineração	t	0,35
<i>Resíduos de vernizes, solventes e tintas</i>	Co-processamento	$m^3$	0,1
<i>Resíduos de tintas a base de água</i>	Aterro autorizado	$m^3$	0,5
<i>Restos de alimentos</i>	Aterro autorizado	t	38,5
<i>Papel/Papelão</i>	Reciclagem	t	1
<i>Plásticos</i>	Reciclagem/aterro autorizado	t	0,5
<i>Resíduos de sanitários</i>	Aterro autorizado	t	4
<i>Resíduos de varrição</i>	Aterro autorizado	t	3,5
<i>Resíduos de serviço de saúde</i>	Incineração autorizada	t	1

Adicionalmente, alguns programas serão implementados de maneira a prevenir, controlar, minimizar, restaurar e compensar os impactos identificados no Estudo de Impacto Ambiental em diferentes etapas do projeto, destacando-se:

• **Fase de Planejamento:**

- Programa de Comunicação e Participação Social.

• **Fase de Implantação:**

- Plano de Gestão Ambiental das Obras de Instalação;
- Programa de Contratação e Desmobilização da Mão de Obra.

• **Fase de Operação:**

- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas;
- Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar;
- Programa de Monitoramento de Ruído e Vibrações;
- Programa de Compensação Ambiental;
- Programa de Tratamento Paisagístico;
- Programa de Gerenciamento de Resíduos e Coleta Seletiva;
- Programa de Capacitação e Treinamento da Mão de Obra;
- Programa de Gerenciamento de Riscos.

Desta forma, pode-se concluir que a tecnologia adotada na URE é uma alternativa ao envio dos resíduos para aterros sanitários, além da possibilidade da recuperação de energia contida nos resíduos sólidos urbanos, uma vez que os aterros estão sendo construídos cada vez mais distantes dos locais de geração e encontram-se cada vez mais escassos ou com capacidade reduzida de armazenamento de resíduos. É importante mencionar que os materiais reciclados não são encaminhados para o processo de incineração, respeitando-se a hierarquia dos resíduos:



**Figura 5:** Hierarquia dos resíduos<sup>3</sup>.

Embora a URE produza gases oriundos da combustão dos RSU, os aterros geram gases provenientes da biodegradação, como o metano ( $\text{CH}_4$ ). Além disso, o metano lançado na atmosfera pelos aterros contribui de forma expressiva no processo de aquecimento global, uma vez que seu potencial de aquecimento global é 21 vezes maior que o do  $\text{CO}_2$ . Uma das formas de controle em aterros dos gases de efeito estufa produzidos devido à biodegradação dos resíduos é a queima em motogeradores para o aproveitamento de energia, entretanto a eficiência na produção energética de aterros é menor, quando comparada à geração de eletricidade por Usinas de Recuperação de Energia.

Ainda, as emissões decorrentes do processo de incineração identificados nas UREs são constantes e se encerram juntamente com o encerramento das atividades de operação da unidade enquanto que, em aterros, o ápice das emissões ocorre no final da sua vida útil e impacta o meio ambiente mesmo após o término de suas atividades, havendo necessidade de controle da área por tempo indeterminado.

#### **b) Contribuição para o desenvolvimento das condições de trabalho e a geração líquida de empregos**

De acordo com as informações apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental (EIA) referente ao meio socioeconômico, são esperados benefícios relacionados ao desenvolvimento das condições de trabalho e a geração de empregos em Barueri, região onde será implantada a Usina de Recuperação de Energia (URE).

Considerando as ações necessárias à implantação da URE, serão gerados em média 276 empregos mensais diretos e temporários (

<sup>3</sup> Disponível em: [http://uselessdesign.blogspot.com.br/2007\\_12\\_01\\_archive.html](http://uselessdesign.blogspot.com.br/2007_12_01_archive.html)

Tabela 4). Sendo o cronograma de implantação é de 24 meses, distribuindo-se entre as fases de construção, que deverá durar do mês 3 ao mês 15, e Montagem, do mês 9 ao mês 21, além das atividades de Gestão e Comissionamento, cuja duração, atravessa toda a fase de construção, a distribuição do emprego dessa força de trabalho sofrerá leves flutuações no seu decorrer, observando-se o pico de atividades entre os meses 9 e 15, quando coincidirão ações de construção civil e montagem.

Para a fase de construção das estruturas, as principais qualificações requeridas serão as de pedreiro, carpinteiro, armador, pintor, encanador, montador de andaime e ajudantes em geral, mestre de obras, almoxarife e motorista. Na fase de montagem, as principais demandas incidirão em encarregados (serviços de tubulação, elétrica e soldas especiais), mecânicos diversos, soldador, caldeireiro e eletricista. Nas atividades de gerenciamento e comissionamento, destacam-se aquelas tradicionais de escritório (secretaria, contabilidade, etc.) e as de maior nível hierárquico, destacando-se as funções de engenharia.

Com relação à estimativa de empregos indiretos, foi utilizada a metodologia desenvolvida pelo BNDES, segundo a qual para cada emprego direto gerado no setor da Construção Civil, são gerados 0,47 empregos indiretos e 1,54 empregos denominados como efeito-renda. Considerando que a metodologia em questão adota toda matriz produtiva, cuja qual extrapola a área em estudo, foram aplicadas as porcentagens de 20 e 10% na determinação de empregos indiretos e de efeito-renda, respectivamente. Nessas condições, serão criados 26 empregos indiretos e 43 empregos efeito-renda.

**Tabela 4:** Mão de obra necessária para a implantação da URE.

Mão de Obra de acordo com a fase a atribuição	Duração (meses)	Média (H/mês)	Formação				Cronograma (Meses 1 a 24)
			3º grau	Técnico	Qualificado	Ajudantes	
<i>Gestão - Mão de Obra Indireta</i>	24	40	X	X	X		1º ao 24º
<i>Construção Civil</i>	13	111	X	X	X	X	3º ao 15º
<i>Mão de Obra Direta</i>	13	88			X	X	
<i>Mão de Obra Indireta (Horista)</i>	13	12		X			
<i>Mão de Obra Indireta (Mensalista)</i>	13	11	X	X			
<i>Montagem</i>	13	115	X	X	X	X	9º ao 21º
<i>Mão de Obra Direta</i>	13	95		X	X	X	
<i>Mão de Obra Indireta (Horista)</i>	13	7	X	X	X		
<i>Mão de Obra Indireta (Mensalista)</i>	13	13	X	X			
<i>Comissionamento</i>	19	10	X	X			6º ao 24º
<i>Total Mão de Obra Direta/Indireta</i>	24	276	X	X	X	X	1º ao 24º

Já para a fase de operação da URE, serão gerados aproximadamente 47 empregos permanentes sendo 6 administrativos, 13 indiretos (limpeza, copeira e segurança) e 28 na operação da URE, sendo essas duas últimas categorias distribuídas em três turnos.

Quanto à avaliação do incremento no nível qualitativo e quantitativo de empregos (diretos e indiretos) comparando-se o cenário do projeto com o cenário de referência, tem-se que os aterros sanitários, a despeito dos 47 empregos diretos gerados pelo projeto, apresentam, em média, 30 empregos diretos devido às diferenças técnicas e de tecnologias requeridas pela atividade de projeto. Ou seja, há um incremento qualitativo considerável. Além disso, na fase de implantação do projeto há a criação de postos de trabalho ainda maiores quando comparados ao cenário de referência devido à instalação da tecnologia de incineração, que essencialmente consiste na instalação de uma grande caldeira, exigindo um nível técnico de qualificação superior ao do aterro e também em número maior que este cenário. Ressalta-se ainda a necessidade de pessoal qualificado para os assuntos de energia elétrica para o cenário do projeto, o que não ocorre no aterro sanitário comum.

Portanto, sob critérios de tecnologia, o incinerador exige melhor qualificação e maior número de postos de trabalho quando comparado ao cenário de referência para atender às demandas de implantação e operação distintas entre os cenários.

Quanto ao compromisso do projeto com responsabilidades sociais e trabalhistas, programas de saúde e educação e defesa dos direitos civis, destacam-se os seguintes programas descritos.

Programa de Comunicação e Participação Social, cujo intuito é esclarecer a população sobre o empreendimento e sobre as informações do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA) - incluindo os impactos e medidas mitigadoras previstas para a instalação e operação da unidade de recuperação de energia, um Programa de Comunicação e Participação Social permite estabelecer um canal de diálogo permanente com a população, mitigando possíveis dúvidas sobre todas as etapas do empreendimento (fases de planejamento, instalação e operação) e suas características em prol da gestão municipal dos resíduos na área de influência do projeto.

Plano de Gestão Ambiental das Obras de Instalação, que deve ser adotado durante a fase de implantação do empreendimento, sendo de responsabilidade da(s) empresa(s) contratada(s) para a execução das atividades necessárias e, concomitantemente, do empreendedor. A adoção do PGA é uma medida preventiva e necessária para que impactos ambientais previsíveis possam ser evitados durante o processo de implantação do empreendimento. Por estar vinculado e fazer parte das obras de implantação, este Plano inclui também os procedimentos de desmobilização das estruturas existentes e o gerenciamento dos resíduos da demolição e da construção. As obras de construção civil acarretam interferências ambientais, com maior ou menor grau de intensidade. O objetivo do PGA é evitar essas interferências, por meio da adoção de técnicas construtivas e de procedimentos ambientalmente adequados e minimizar o desconforto a população do entorno e o mitigar o impacto sobre o meio ambiente. Este Programa inclui a equipe técnica envolvida na construção do empreendimento, trabalhadores das frentes de obras e colaboradores envolvidos nas diversas atividades.

Quanto aos programas relativos à saúde da população do entorno, o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas será implementado com o intuito de prevenção e contempla a realização de análises periódicas de amostras de água subterrânea em áreas com potencial de contaminação mapeadas na ADA para garantir que as atividades de operação da URE não estejam impactando este meio. Como a URE é considerada uma Atividade com Potencial de Contaminação (APC)

devido a presença de estocagem de resíduos (Resíduos Sólidos Urbanos – RSU, Pátios de Cinzas, de Resíduos Ferrosos e não Ferrosos) e produtos químicos (Silos de cal, carvão ativado e amônia), o Plano objetiva monitorar a os possíveis impactos nas águas subterrâneas, estabelecendo procedimentos e ações para identificar a presença de Riscos a Saúde Humana em virtude da alteração da qualidade das águas subterrânea.

Também o Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar é relativo à saúde humana, já que seu objetivo é estabelecer o monitoramento sistemático da qualidade do ar nas proximidades da URE, de modo a possibilitar a avaliação das medidas mitigadoras propostas e por ventura a necessidade de aperfeiçoamento de tais ações. Padrões primários de qualidade do ar avaliam as concentrações de poluentes que, caso sejam ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, sendo adotados níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes para o projeto a resolução CONAMA nº 03/90. Ademais dos padrões de qualidade, a Resolução CONAMA nº 03/90 apresenta limites que caracterizam situações críticas resultantes de ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes, de modo a prevenir grave e iminente risco a saúde da população.

O Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) da URE de Barueri tem como principal objetivo prevenir a ocorrência de acidentes durante as operações de recebimentos, transferências e armazenamentos de substâncias químicas perigosas, que possam colocar em risco a integridade física dos funcionários, a segurança da população da região e o meio ambiente. Assim para sua efetividade, o PGR foi estruturado contemplando todas as ações necessárias para a prevenção de acidentes maiores, incluindo os aspectos e perigos críticos identificados na Analise de Riscos da URE de Barueri, de forma a minimizar os impactos de acidentes sobre as instalações e circunvizinhanças. A meta principal é implementar as medidas e procedimentos que tem por objetivo prevenir, reduzir e controlar os riscos nas operações futuras do empreendimento, de modo a manter a sua continuidade operacional dentro de padrões de segurança considerados toleráveis ao longo de sua vida útil.

Será realizada a integração dos catadores de resíduos, com geração de valor do seu trabalho. Reforça essa perspectiva o fato de que no atual sistema de coleta e tratamento do município de Barueri já está implantado o processo de seleção e classificação dos resíduos, atividade tradicionalmente geradora de postos de trabalho para as populações menos qualificadas.



**Figura 6:** Catadores de resíduos separando os materiais recicláveis.

Desta forma, a fim de garantir a integração dos catadores de resíduos, será implementado o Programa de Gerenciamento de Resíduos e Coleta Seletiva que visa atender ao Art. 24 da Resolução CONAMA 316/2002 que estabelece que: *“A implantação de um sistema de tratamento térmico de resíduos de origem urbana deve ser precedida da implementação de um programa de segregação de resíduos, em ação integrada com os responsáveis pelo sistema de coleta e de tratamento térmico, para fins de reciclagem ou reaproveitamento, de acordo com os planos municipais de gerenciamento de resíduos”*.

Portanto, com a operação da URE e a otimização no gerenciamento em função dos Planos de Gerenciamento de Resíduos, a tendência é de aumento na segregação de resíduos recicláveis e melhor educação dos envolvidos. Os três municípios envolvidos, Barueri, Santana de Parnaíba e Carapicuíba, já possuem iniciativas para separação do lixo reciclável. Existe em atividade um programa denominado “Lixo da Gente – Reciclando Cidadania”, que visa à coleta seletiva por meio de conscientização da população, inclusão e o desenvolvimento social, cuja meta é realizar 100% de coleta seletiva no município.

A coleta seletiva teve início no ano de 2002 no município de Barueri e o transporte de resíduos sólidos urbanos (RSU) é realizado por uma empresa privada administrada pela Secretaria de Recursos Naturais e Meio Ambiente de Barueri, que conta com uma equipe composta por 1 motorista para dirigir o caminhão de coleta e 4 coletores. O caminhão que realiza a coleta transporta os recicláveis para a Cooperativa de Catadores – Cooperyara, que funciona dentro da área do antigo aterro sanitário municipal. Na Cooperyara é realizada a triagem dos recicláveis para a posterior comercialização. Atualmente a cooperativa processa cerca de 300 toneladas mensais, ou seja, cerca de 4% dos resíduos (comerciais/domiciliares) produzidos pelo Município de Barueri. A Usina de Triagem da Cooperyara funciona de segunda a sábado com aproximadamente 120 profissionais ou cooperados, em um único turno de trabalho. O destino final do RSU é o aterro sanitário particular localizado no município de Santana do Paranaíba, situado, aproximadamente, a 13 km de Barueri.



Figura 7: Usina de triagem coordenada pela Cooperativa de Catadores - Cooperyara<sup>4</sup>.

Com a implantação do programa de Gerenciamento de Resíduos e Coleta Seletiva, a Secretaria de Recursos Naturais e Meio Ambiente de Barueri terá a função de implementar os planos operacionais dos serviços de coleta, varrição de vias e serviços congêneres, tratamento e destinação final, além de instrumentalizar-se para acompanhar a promoção dos trabalhos de educação ambiental e participação comunitária. Além disso, a implantação de uma Unidade de Tratamento de Resíduos no município de

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.barueri.sp.gov.br/sistemas/informativos/informativo.asp?id=12621>.

Barueri faz parte da readequação do sistema de gerenciamento de resíduos existente, trazendo ganhos ao sistema de coleta e transporte, que serão otimizados devido ao aumento do número de pessoas que realizarão, voluntariamente, a coleta seletiva e a ausência do transporte do RSU até o aterro de Santa do Parnaíba que é feito atualmente.

Assim, a criação de postos de trabalho na fase de implantação da URE é caracterizada como um impacto positivo, temporário, reversível, de incidência direta e imediata e com abrangência no mercado de trabalho regional. Assim, como medida de mitigação foi proposto o desenvolvimento do Programa de Contratação e Desmobilização de Mão de Obra que apresenta como objetivo desenvolver ações que potencializem os efeitos positivos da geração de emprego e minimizem os efeitos negativos da desmobilização decorrente da conclusão das diferentes etapas da implantação. As principais ações a serem desenvolvidas são: o estabelecimento de parceria com as entidades nominadas, procurando envolver também as entidades sociais e representativas locais, privilegiando a oferta de trabalho existente na área de influencia das obras; o estabelecimento, por meios contratuais, de percentuais com as empreiteiras, de mão de obra local a ser contratada; a divulgação, através dos meios de comunicação locais, de vagas, por especialidades; a atuação para manter em funcionamento as parcerias, com especial atenção no sentido de abreviar a reintegração no mercado dos trabalhadores dispensados, e manter e publicar regularmente as metas e os índices alcançados pelo programa.

Além disso, é importante mencionar que os resíduos recolhidos no município de Barueri passam pela triagem da cooperativa antes de ser encaminhado para o processo de incineração, e, portanto nenhum material reciclado é queimando durante o processo, respeitando a hierarquia dos resíduos mencionada anteriormente.

### **c) Contribuição para a distribuição de renda**

A criação de novos empregos na região onde o projeto será implementado, é considerada contribuição direta para uma melhor distribuição de renda no município. Conforme mencionado acima, um grande contingente de trabalhadores será contratado durante a fase de planejamento, implantação e operação do empreendimento, o que certamente irá contribuir para a distribuição de renda entre a população, inclusive as de baixa renda, à medida que emprega as pessoas do município, que outrora, estariam vivendo à margem do mercado de trabalho.

Além disso, a criação de novos empregos auxilia na fixação da população em seus locais de origem promovendo o desenvolvimento econômico e social e, aumentando potencialmente, o desenvolvimento regional.

A melhor distribuição de renda na região onde o projeto será instalado é decorrente também, do incremento dos rendimentos municipais, adquiridos através da arrecadação de impostos gerados pela formalização dos contratos de trabalho e da comercialização de energia elétrica. Adicionalmente, a substituição dos aterros sanitários contribuirá para melhorar a qualidade de vida da população, em particular dos catadores de resíduos, uma vez que evitará a propagação de doenças, que geralmente são encontradas em aterros sanitários.

O saldo positivo de capital na região, embora não seja tão significativo, pode ser traduzido em investimentos na melhoria da infraestrutura da cidade para atendimento das necessidades básicas da população, como por exemplo, educação e saúde.

#### **d) Contribuição para a capacitação e desenvolvimento tecnológico**

A Usina de Recuperação de Energia proposta pela atividade de projeto Barueri Energia utilizará tecnologia “*Mass Burning*”, que é hoje, a mais utilizada em UREs em todo o mundo, contando com mais de 776 plantas em diversos países da Europa, Ásia e América do Norte. Além de ser considerada a melhor tecnologia disponível no mercado hoje, a tecnologia “*Mass Burning*” é considerada a mais adequada para aplicação no Brasil por apresentar as seguintes vantagens:

- Grande redução de volume e massa dos resíduos após o tratamento (de 80 a 90%), aumentando a vida útil dos aterros sanitários e minimizando a necessidade de implantação de novos aterros;
- Os resíduos não necessitam de tratamento prévio antes de serem incinerados;
- Destrução de grande parte dos poluentes contidos nos resíduos;
- Redução das emissões de GEE em comparação às oriundas da mesma quantidade de resíduos depositados em aterros sanitários;
- Adequação do controle das emissões atmosféricas, de acordo com os limites estabelecidos na Resolução SMA nº 79/2009;
- Adoção em regiões densamente povoadas e aceitação da população do entorno;
- Não há geração de odores e ausência de riscos à saúde pública;
- Tratamento de grandes quantidades de resíduos (entre 200 e 4.200 ton/dia);
- Melhor relação custo x benefício dentre as demais tecnologias existentes para tratamento térmico.

Devido ao seu elevado custo, no Brasil, os incineradores atendem, principalmente, a destruição dos resíduos hospitalares<sup>5</sup>, sendo pouco utilizada para a obtenção de energia. Desta forma, o projeto contribuirá para o desenvolvimento tecnológico e, consequentemente, para a redução do custo de implementação das URE, uma vez que incentivará a transferência de tecnologia e desenvolvimento de tecnologias nacionais através da divulgação de conhecimentos e práticas, possibilitando uma integração de experiências dentro do setor e, portanto, a replicabilidade mais efetiva de projetos semelhantes.

Além disso, considerando que a tecnologia aplicada no projeto é inédita no país, será implementado o Programa de Capacitação e Treinamento da Mão de Obra, oferecido pelo fabricante, já que ainda não há profissionais especializados no tema no Brasil. O plano de capacitação e treinamento da mão de obra contempla aspectos relativos à operação e à manutenção da URE com ênfase em cronogramas de manutenção preventiva e os problemas mais comuns identificados durante a operação e, tem como objetivo treinar e garantir que o empreendedor qualifique a mão de obra de maneira adequada e possibilite o desenvolvimento do trabalho de acordo com os procedimentos e o manual de operações fornecido pelo fabricante. O programa de treinamento poderá incluir entre outros aspectos:

<sup>5</sup> Energia do Lixo. Disponível em <http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/53a-legislatura-encerradas/PL063003/G-esp-Vanessa290409.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2011.

- Aulas teóricas: · apresentação geral do processo de funcionamento da URE; explicações detalhadas sobre a operação da URE, sobre os procedimentos de manutenção, sobre os problemas mais comuns e sobre os procedimentos de solução;
- Treinamento prático nos trabalhos de fabricação da URE: o treinamento englobaria uma etapa no local de fabricação da URE, com escopo suficiente para cobrir toda a rotina de manutenção e conhecimento dos equipamentos da usina que serão especificados no manual de operação;
- Treinamento em uma planta similar: etapa em uma planta similar a URE de Barueri, em funcionamento, possivelmente em Singapura. Participará desta etapa toda a equipe da URE: gerente da planta, assistente, gerente de manutenção, operador e supervisores, e incluirá prática na operação normal da URE, na rotina de manutenção e solução de problemas do funcionamento; prática no inicio da operação “start-up” e no desligamento da operação “shut down”;
- Treinamento na URE de Barueri: o início do treinamento ocorrerá durante a montagem e instalação da URE ate o inicio do funcionamento e contemplará: a rotina de trabalho na URE; a prática na operação normal da URE, na rotina de manutenção e solução de problemas do funcionamento; a prática no inicio da operação “start-up” e no desligamento da operação “shut down”; a prática das condições de emergência e alarme e aulas teóricas adicionais.

O grau de inovação tecnológica do projeto em relação ao cenário de referência é alto, uma vez que é um projeto qualificado como o primeiro de seu tipo e ainda distintas às tecnologias empregadas em atividades passíveis de comparação com as previstas no projeto, como incineração de resíduos hospitalares, que utilizam outra tecnologia de queima que a do projeto. A URE representa, portanto, um avanço tecnológico em relação ao Aterro Sanitário, haja vista que não existem mais áreas disponíveis na Região Metropolitana de São Paulo.

Quanto às alternativas tecnológicas empregadas para o tratamento/disposição de resíduos sólidos urbanos (RSU) incluem o aterro sanitário, a compostagem e o tratamento térmico. O Aterro Sanitário consiste na técnica de disposição dos RSU sem tratamento prévio diretamente no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais, método este que utiliza princípios de engenharia para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permitível, cobrindo-os com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário, conforme definido pela norma ABNT NBR 8419/1992 – Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos Urbanos.

Um aterro sanitário construído e operado conforme os padrões exigidos pelo Órgão Ambiental é uma alternativa com custos de implantação e operação relativamente baixos, em relação às demais tecnologias de disposição de resíduos, porém, apresenta como desvantagens: a exigência de grandes áreas de terrenos, com localização restrita em função da proximidade de áreas de mananciais e/ou de aglomerações urbanas, cada vez mais escassas nas regiões de grande adensamento populacional (centros urbanos); Especificamente para Barueri não existem áreas e jazidas disponíveis para aterros, principalmente considerando-se que a partir de Agosto de 2014 não será mais permitido a disposição de RSU diretamente em aterros sem tratamento prévio; Geração de odores característicos; Necessidade de um sistema eficaz para drenagem e acumulação dos líquidos percolados (chorume), que será enviado para tratamento em estações de tratamento de esgotos quase sempre distantes, com altos custos e riscos na logística de transporte; Altos custos de manutenção após o seu encerramento, por um longo período onde não há geração de receitas; Desvalorização da própria gleba e dos terrenos adjacentes; Possibilidade de exposição

e risco aos trabalhadores do aterro; Grande resistência por parte da comunidade adjacente ao aterro; e quando não operado adequadamente pode apresentar proliferação de vetores e doenças associadas, possibilidade de passivos ambientais e emissões de gases de efeito estufa (metano e CO<sub>2</sub>).

Quanto à compostagem, pode ser tratada por uma combinação dos processos aeróbio e anaeróbio, resultando em composto orgânico que, em princípio, poderá ser utilizado em atividades agrícolas, embora de forma restrita. A qualidade ou grau de pureza deste composto orgânico, depende, fundamentalmente, do percentual dos RSU que passam por segregação na fonte, ou seja, nas residências e outros pontos de geração, onde seriam retidos vidros, metais, plásticos, tecidos e inúmeros outros materiais que comprometem todo o processo de compostagem. Recentemente, diretrizes ambientais europeias restringiram a utilização de composto orgânico originado de RSU à utilização como cobertura em aterros sanitários, independentemente do seu grau de pureza. A Compostagem apresenta como desvantagens: Grandes investimentos em instalações para recepção dos RSU e separação de sua fração orgânica por processo mecânico que, se não equipadas para trabalhar sob pressão negativa, elevando ainda mais os seus custos, terão seu licenciamento ambiental restrito pelo odor causado; Altos custos com instalação de digestores anaeróbios em número suficiente para a quantidade de RSU a serem tratados, que apresentam tempos de retenção variando entre 45 a 60 dias; Exigência de grandes áreas de terrenos para a fase aeróbia do processo, muitas vezes distantes do local de recepção e da fase anaeróbia, agregando altos custos e riscos pela logística de transporte; Dificuldade de comercialização do composto orgânico maduro, exigindo grande área abrigada de intempéries para sua estocagem; No caso de regiões geradoras sem programa de segregação na fonte e coleta seletiva, os materiais dos RSU inservíveis para compostagem continuarão a ser dispostos em aterro sanitário ou serão destruídos por processo térmico em outra instalação, mais uma vez agregando custos de manuseio, transporte e destinação final; Baixa qualidade do composto e consequente dificuldade na comercialização; e finalmente, Geração de odores e efluentes, caso haja manipulação inadequada na produção dos compostos.

Quanto aos tratamentos térmicos passíveis de comparação, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº12.305/10) estabelece que o tratamento de resíduos é um dos objetivos desta lei (art. 7). Estabelece ainda que, o tratamento dos resíduos tem prioridade na gestão e no gerenciamento dos mesmos, antecedendo a disposição final. O Tratamento Térmico tem como principais objetivos a redução de massa e volume e a eliminação de riscos biológicos que possam ser causados pela disposição in natura dos RSUs. O tratamento térmico de materiais que apresentam maior poder calorífico constituem o combustível derivado de resíduo, cuja sigla é CRD (RDF do inglês *Residue Derived Fuel*) e pode se dar pelas alternativas tecnológicas apresentadas a seguir.

O processo de tratamento térmico de resíduos com recuperação de energia possui no mercado 4 tecnologias disponíveis, a saber:

- Mass Burning;
- Leito Fluidizado;
- Gaseificação/Pirólise; e
- Plasma.

Conforme já mencionado, a URE de Barueri selecionou a tecnologia conhecida pelo termo “Mass Burning”.

A tecnologia de combustão em leito fluidizado é baseada em um sistema no qual, ao invés dos resíduos serem queimados sobre uma grade (como ocorre nos processos de queima em massa – Mass Burning), o leito de chamas é composto por partículas inertes como areia ou cinzas. Quando o ar é bombeado através do leito, o material se comporta como um fluido. Há muitos projetos diferentes de queimadores de leito fluidizado (LF), por exemplo: os leitos de circulação e de bolhas. Em qualquer caso, há a necessidade de uniformização no tamanho dos resíduos (como por exemplo casca de arroz), o que torna o processo ineficiente quando se trata de RSU, uma vez que não há homogeneidade de tamanho nesses resíduos.

Outro parâmetro determinante é a temperatura do leito, bem como a alimentação uniforme para manter constante a composição do gás e a temperatura do leito. O aumento da temperatura traz a queda nos teores de alcatrão das emissões atmosféricas do sistema. Atualmente, no mundo todo, são tratados cerca de 80.000 t/dia de resíduos em sistemas de tratamento de leito fluidizado.

A pirólise e a gaseificação são processos termoquímicos de conversão de matéria orgânica em ausência ou em ambiente carente de oxigênio. Quando a matéria orgânica é aquecida, as cadeias de hidrocarbonetos longas se rompem, transformando a matéria sólida em uma mistura líquida (alcatrão e bio-óleo), uma mistura gasosa (hidrogênio, monóxido de carbono, dióxido de carbono, nitrogênio, metano e outros hidrocarbonetos leves) e uma certa quantidade de matéria sólida caracterizada por cinzas e carbono fixo. O processo de pirólise é realizado em ausência de oxigênio, com temperaturas entre 400° C e 800° C. A gaseificação acontece em temperaturas mais elevadas, entre 800° C e 1200° C e o combustível é parcialmente oxidado em uma atmosfera carente de oxigênio, produzindo uma maior quantidade de gás.

A principal dificuldade na conversão do gás de síntese em energia elétrica é garantir as características de pureza do mesmo, ou seja, eliminar o conteúdo de alcatrão, de modo que o gás possa ser utilizado em um motor a combustão interna ou em uma turbina. Além disso, o bio-óleo produzido através da pirólise possui características que dificultam a sua conversão em energia elétrica ou o simples armazenamento. Normalmente, essa mistura líquida apresenta uma alta viscosidade e um pH bastante ácido. Outro ponto desfavorável ao uso destes sistemas para o tratamento de RSU é a falta de homogeneidade nos resíduos a serem utilizados como combustível, o que dificulta o controle satisfatório do processo de gaseificação. Essa condição pode resultar em uma variabilidade nas características qualitativas do gás gerado e, consequentemente, no desempenho do motor a combustão interna ou da própria turbina. A utilização dos gases resultantes desses processos em turbina ou motor é pouco verificada em escala comercial. Atualmente apenas 20.000 t/dia de resíduos são tratados em sistemas de gaseificação/pirólise.

A tecnologia Plasma consiste na decomposição química por calor na ausência de oxigênio. Existem basicamente dois tipos de tratamento de resíduos por plasma: um primeiro em que a tocha de plasma incide diretamente sobre os resíduos e um segundo que provoca o aquecimento prévio dos resíduos em uma câmara de gaseificação. Essa tecnologia de tratamento térmico vem sendo utilizada principalmente para resíduos perigosos, pois a temperatura elevada (entre 4.000 a 5.000° C) propicia a destruição e a gaseificação da matéria orgânica e a fusão da matéria inerte. A principal desvantagem desta tecnologia é o elevado consumo energético necessário para alimentar o plasma, o que a torna não competitiva com as demais tecnologias para o tratamento de um combustível com baixa densidade energética, como o RSU. Atualmente, cerca de 300 t/dia de resíduos são tratados com a tecnologia plasma.

Considerando o correto atendimento à legislação ambiental existente sobre o tema, a escolha da tecnologia *Mass Burning* também foi embasada na seguinte comparação dos aspectos técnicos e

ambientais entre os sistemas existentes de tratamento térmico de resíduos sólidos em Usinas de Recuperação de Energia:

- O processo de tratamento térmico por Leito Fluidizado necessita basicamente de resíduos de tamanho uniforme para tornar a queima eficiente;
- Os processos de Pirólise ou Gaseificação são desfavoráveis à queima de RSU pela falta de homogeneidade no mesmo, dificultando o controle do processo de queima e consequentemente afetando o desempenho do motor a combustão interna ou na própria turbina;
- O processo de Plasma apresenta um elevado consumo energético, o que não torna essa tecnologia competitiva em relação às demais tecnologias de tratamento térmico, além de ser utilizada principalmente para queima de resíduos perigosos e não de RSU;
- O processo de Mass Burning é indicado para tratamento de grande volume de RSU e reduz significativamente o volume gerado de cinzas após a queima; e
- O processo de Mass Burning possibilita um adequado controle das emissões atmosféricas, possibilitando o atendendo aos requisitos legais ambientais.

Finalmente, a escolha da tecnologia também considerou o conteúdo do processo de licitação para a formação da PPP da Prefeitura Municipal de Barueri. A licitação, apresentada para a implantação de um sistema de tratamento térmico de resíduos sólidos urbanos, estabelece que esse sistema deverá ser prioritariamente através da incineração direta dos resíduos e, preferencialmente, sem qualquer tipo de preparação prévia, possibilitando o aproveitamento energético destes e reduzindo a quantidade de resíduos a serem destinados em aterros sanitários.

Caso o empreendimento não seja feito, a seguinte análise é apresentada. Desde 2005 quando o antigo aterro sanitário municipal encerrou suas atividades, Barueri não conta mais com local para disposição final de seus Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) que passaram a ser destinados à Central de Tratamento de Resíduos (Aterro da Tecipar), localizada no Município de Santana de Parnaíba. Somente de Barueri, caminhões coletores transportam diariamente cerca de 269 toneladas de RSU para o aterro privado em Santana de Parnaíba, a 20 km de distância, agregando altos custos com a operação de coleta face à distância percorrida e ao valor pago para a disposição final dos mesmos em aterro particular. O mesmo acontece com o município vizinho de Carapicuíba.

O cenário atual também está comprometido já que o Aterro da Tecipar já se encontra próximo a sua saturação e, consequente encerramento não podendo mais ser considerada uma opção de longo prazo para o destino final dos RSU dos municípios da região. É importante destacar que a atual Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) estabelece que, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No sentido de reduzir o volume da disposição dos resíduos e de gerar renda para os catadores na separação dos materiais recicláveis foi implantado em 2002, em Barueri, o Programa de Coleta Seletiva que atualmente já segrega cerca de 3% do total dos RSU gerados no município, gerando renda para a cooperativa Coperyara. Ainda aliado à referida Política, a implantação da Usina de Recuperação de Energia (URE) atende à obrigatoriedade de tratamento dos resíduos antes da disposição final. Essa obrigatoriedade será mandatória a partir de 02/08/2014, quando os RSU terão que ser tratados até a condição de rejeito antes do envio para aterro. A própria Política Nacional no seu Art. 9º afirma que “poderão ser utilizadas

*tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental”.*

Como Barueri e a própria Região Metropolitana de São Paulo – RMSP já não dispõe de áreas para aterros sanitários nem para atender a demanda de tratamento prévio antes da disposição final, a não implantação da URE de Barueri, associada ao futuro encerramento do aterro da Tecipar, em Santana do Parnaíba, irá demandar a busca de novas áreas para tratamento e disposição final dos RSU, fora da Região Metropolitana de São Paulo, atrelando aos custos da limpeza urbana praticado pelo município, valores impraticáveis. A implantação da URE em Barueri soluciona ambos os problemas, tratando os RSU até sua condição de rejeito e prolongando a vida útil dos aterros existentes, já que somente 12% do volume inicial dos RSU (em forma de cinza) será disposto.

Há alta possibilidade de reprodução da tecnologia empregada no projeto nacionalmente, já que com a Nova Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) e a Política Estadual de Resíduos Sólidos (Lei 12.300/2010) estabeleceram a obrigatoriedade de elaboração, pelos estados e municípios dos Planos Estaduais e Planos Municipais de Resíduos Sólidos, planos que deverão indicar programas, projetos e ações para o estabelecimento e o atendimento de metas de geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de RSU. A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece também que será mandatório, a partir de 02/08/2014 que os RSU sejam tratados previamente à disposição final em aterros, ou seja, o modelo atual de coleta e disposição em aterro sanitário não mais poderá ser praticado. E, portanto, a tendência no Brasil é que o aproveitamento energético dos resíduos cresça e seja replicado a outros municípios no país. Observa-se que para esta tecnologia há um efeito demonstrativo para o restante do Brasil devido a sua adequação à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A necessidade de assistência técnica internacional se faz necessária e há um acordo para o projeto para esta assistência com a Keppel-Seghers para a operação da URE. Além disso, a tecnologia é fornecida por esta empresa em regime de exclusividade com a proposta de que a estrangeira sino-belga nacionalize grande parte da produção. A empresa vai prover a tecnologia, enquanto a Engevix será a responsável pelo EPC<sup>6</sup> responsável pela parte operacional no Brasil.

O Programa de Nacionalização Progressiva com o BNDES consiste num contrato de responsabilidade em que, dentro de 3 anos, a tecnologia deve mudar o patamar de nacionalização. Atualmente esta tecnologia apresenta uma taxa de 40% dos equipamentos para o sistema de caldeira e tratamento de gases nacionalizado e 60% estrangeiro. Em três anos o cenário deve ser invertido, ou seja, 60% nacional e 40% estrangeiro.

#### e) Contribuição para a integração regional e a articulação com outros setores

A contribuição para o desenvolvimento regional pode ser medida a partir da integração do projeto com outras atividades socioeconômicas na região de sua implantação. A partir da decisão pela implantação do projeto, serviços de construção e, posteriormente, operação e manutenção da usina serão necessários, movimentando setores como os de transporte, logística, construção e assistência técnica, contribuindo para o crescimento da economia regional.

---

<sup>6</sup> EPC, da sigla em inglês Engineering, Procurement and Construction, é o contrato para que o projeto de compras, engenharia e construção de um projeto seja arranjado na indústria da construção.

Além disso, a URE a ser instalada terá a capacidade para receber a totalidade dos resíduos sólidos do sistema de coleta operado pela Prefeitura Municipal de Barueri e de outros municípios interessados, permitindo uma maior reintegração dos resíduos a matriz produtora e a redução da dependência dos aterros sanitários na Região Metropolitana de São Paulo.

Adicionalmente, espera-se que a implementação da URE incentive políticas públicas de apoio a cadeia produtiva da reciclagem e recuperação energética de resíduos, contribuindo para a propagação das UREs em outras regiões do país.

## Conclusão

De acordo com Elliot (2000) a mudança do paradigma convencional para um novo paradigma energético, que está relacionado ao propósito do projeto, “para um mundo que está se movendo em direção a uma abordagem sustentável para geração energética”, consiste em usar: (1) energia renovável em vez de estoque limitado, (2) geração descentralizada de energia em vez de centralizada, (3) pequena escala tecnológica em vez de grande e global e (4) mercado livre no lugar de monopólio.

A atividade de projeto Barueri Energia está alinhada com os objetivos de desenvolvimento energético e contribui para o desenvolvimento sustentável ou, como a comissão Brundtland (1987) define, para a satisfação das necessidades presentes sem comprometer a habilidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades.

Conforme mencionado anteriormente são amplamente conhecidas as vantagens da geração de eletricidade:

- Vantagens estratégicas: geração descentralizada diminuindo a vulnerabilidade elétrica e a dependência de fontes específicas e limitadas de energia.
- Vantagens econômicas: não utiliza combustíveis fósseis para produção de energia e melhoria na infraestrutura da região, podendo atrair novos negócios aumento assim a arrecadação de impostos;
- Vantagens sociais: utilização de mão de obra na área de implantação do projeto, aumentando a geração de empregos formais;
- Vantagens ambientais: redução de emissão dos gases do efeito estufa e diminuição da deposição de resíduos em aterros sanitários.

## Referências

Elliot, D. "Renewable Energy and Sustainable Futures" (2000).

Energia do Lixo. Disponível em <http://www2.camara.gov.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-temporarias/especiais/53a-legislatura-encerradas/PL063003/G-esp-Vanessa290409.pdf>. Acesso em 26 de setembro de 2011.

EPE (2010). **Plano Decenal de Expansão de Energia.** Empresa de Pesquisa Energética. / Ministério de Minas e Energia. Brasília: MME/EPE, 2010.

FGV (2002). **O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL): guia de orientação.** Editado com o apoio do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Conferência das Nações Unidas para Comércio e Desenvolvimento (do inglês "UNCTAD"). Coordenação-geral Ignez Vidigal Lopes. – Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas, 2002.

IPCC (2007). **Climate Change 2007: Mitigation of Climate Change.** Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IEA. **CO<sub>2</sub> emissions from fuel combustion – highlights.** International Energy Agency – IEA/OECD: Paris, França, 2010.

OECD – Organization for Economic Cooperation and Development. (2004). Chapter 13 of the Environmental Outlook prepared in the Environment Directorate. Disponível em <http://www.oecd.org/env>.

SGW Services – EIA – Estudo de Impacto Ambiental da URE Barueri, Agosto, 2012.

World Commission on Environment and Development - Our Common Future. Oxford University Press, 1987.