



Certificação em Sustentabilidade  
Ambiental de Empreendimentos  
de Belo Horizonte

**PROPOSTA DE SUSTENTABILIDADE**

**CENTRAL DE TRATAMENTO  
DE RESÍDUOS SÓLIDOS BR-040**

**SUPERINTENDENCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE**

2012

**Eduardo Dias Hermeto**  
Superintendente

**Rogério Pena Siqueira**  
Diretor Operacional

**Heuder Pascele Batista**  
Departamento de Tratamento e Disposição de Resíduos

**Alessandra de Fátima Goulart de Oliveira**  
Divisão de Tratamento de Resíduos Sólidos – DV-TRS

**Joaquim da Costa Pereira**  
Divisão de Reciclagem – DV-REC

**Nilson Oliveira Silva**  
Seção de Operação Diurna – SC-OPD

**José Carlos de Moura**  
Seção de Operação Noturna – SC- OPN

**Karla Garcia Tavares**  
Seção de Compostagem – SC-CPT

**Elaboração:**

Eng. DSc. Cícero Antonio Antunes Catapreta

Eng. MSc. Heuder Pascele Batista

## ÍNDICE

1	Introdução.....	5
2	Descrição do empreendimento .....	5
2.1	Descrição das principais unidades.....	8
3	Objetivos.....	13
3.1	Objetivo geral .....	13
3.2	Objetivos específicos .....	13
4	Diagnóstico.....	14
4.1	Resíduos Sólidos .....	14
4.2	Coleta seletiva/reciclagem .....	15
4.2.1	Coleta seletiva ponto a ponto .....	15
4.2.2	Coleta seletiva porta a porta .....	15
4.2.3	Reciclagem de resíduos orgânicos (compostagem).....	16
4.2.4	Reciclagem de resíduos de construção e demolição - RCD (entulhos).....	16
4.2.5	Resultados alcançado.....	17
4.3	Energia.....	18
4.4	Mobilização e Educação Ambiental .....	20
5	Avaliação dos impactos ambientais .....	20
6	Considerações finais .....	21

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resíduos sólidos urbanos gerados em Belo Horizonte, em 2011 (toneladas).....	14
Tabela 2 - Resíduos reciclados no programa de compostagem.....	17
Tabela 3 - Total de resíduos de construção e demolição processados e reciclados em 2011 (m <sup>3</sup> ).....	17
Tabela 4 - Energia gerada na Unidade de Beneficiamento de Biogás instalada na CTRS BR 040 (2011) ...	18
Tabela 5 - Volume de biogás beneficiado e percentual de metano evitado na atmosfera .....	19

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Leiras de Compostagem .....	5
Figura 2 - Unidade de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição .....	6
Figura 3 - Unidade de Recebimento de Pneus .....	7
Figura 4 - Transbordo de Resíduos Sólidos.....	7
Figura 5 - Aterro Sanitário da BR 040 .....	10
Figura 6 - Unidade de Beneficiamento de Biogás .....	13

## 1 Introdução

O Programa de Certificação em Sustentabilidade Ambiental da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte é uma política pública de iniciativa da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, por meio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e do Comitê Executivo da Copa de 2014, e resultante das discussões no Comitê Municipal de Mudanças Climáticas e Ecoeficiência- CMMCE.

A Certificação fará parte dos projetos de Sustentabilidade da Prefeitura de Belo Horizonte para a Copa do Mundo da FIFA Brasil 2014, visando atender às diretrizes assumidas pelo Brasil junto à FIFA, que recomendam a redução dos impactos sócio-ambientais decorrentes da realização do evento, nos moldes das copas da Alemanha e da África do Sul.

Deve-se considerar ainda que, segundo o *World Resources Institute*<sup>1</sup>, o Brasil é o 4º maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, e segundo a perspectiva da McKinsey em seu relatório global, no horizonte até 2030, é também um dos 5 países com maior potencial para reduzir essas emissões. Este papel de destaque na agenda global de mudança climática traz uma série de implicações, bem como a criação de oportunidades significativas.

Neste contexto, a Superintendencia de Limpeza Urbana de Belo Horizonte vem apresentar uma proposta de sustentabilidade, visando sua certificação ambiental, baseado nos princípios dos serviços executados por esta empresa, principalmente no que se refere à reciclagem e redução de emissões de gases que podem contribuir para a ocorrência do efeito estufa.

## 2 Descrição do empreendimento

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte está localizada à altura do km 531 da rodovia BR.040, no bairro Jardim Filadélfia, na região Noroeste da cidade, em gleba que se desenvolve entre as coordenadas SICAR 7.796.500 a 7.798.500 Norte e 601.800 a 604.200 Leste, ocupando atualmente uma área de 114,9 hectares; e é assim denominada porque, além do aterro sanitário propriamente dito, abriga as seguintes instalações:

- unidade de compostagem: processa resíduos orgânicos coletados seletivamente em feiras e mercados de hortifrutigranjeiros, em conjunto com podas trituradas, através do sistema convencional de compostagem aeróbia em leiras ("windrow"), sob controle tecnológico estrito (Figura 1);



Figura 1 - Leiras de Compostagem

- unidade de reciclagem de resíduos da construção civil: uma das três instalações desse gênero implantadas e operadas pela SLU em Belo Horizonte a partir de 1995, que processam entulhos gerados na construção civil (pública e privada), produzindo materiais — classificáveis como areia e brita “sintéticas” — utilizados na execução de sub-base e base na pavimentação de ruas e estradas, bem como na produção de meios-fios, blocos para alvenaria e outros componentes de concreto simples (Figura 2);



**Figura 2 - Unidade de Reciclagem de Resíduos de Construção e Demolição**

- oficina da Divisão de Manutenção de Máquinas e Equipamentos (DV-MAE): instalação onde é realizada a manutenção dos caminhões e veículos leves da frota própria da SLU, abrangendo o posto de abastecimento desses veículos;
- unidade de educação ambiental (UEA), localizada no prédio da antiga “usina de triagem e compostagem” hoje completamente desativada, compartilhado com a administração geral da Central (Departamento de Tratamento e Disposição de Resíduos / DP-TDR).
- viveiro de mudas: instalação destinada à produção de espécimes vegetais utilizados na recomposição ambiental da própria área da CTRS, além de em outras instalações operacionais da SLU;
- aterragem de resíduos de serviços de saúde: os resíduos de serviços de saúde vem sendo dispostos em um aterro específico denominado “Célula de Resíduos de Saúde”. Diariamente são dispostos cerca 40 toneladas por dia de resíduos de hospitais, clínicas, postos de saúde, e outros congêneres. Construída dentro das mais modernas técnicas de engenharia disponíveis no momento, ela é toda impermeabilizada com manta de PEAD e tem sua operação de acordo com as normas sanitárias e ambientais existentes para este tipo de aterro. Sua operação é imprescindível para oferecer ao Município uma alternativa para a disposição ambientalmente correta desta classe de resíduos.
- unidade de recebimento de pneus inservíveis (URP): Implantada em fevereiro de 2007, em parceria com a Associação Nacional da Indústria de Pneumáticos (UNIP), esta unidade tem como finalidade receber e estocar temporariamente pneus inservíveis para posterior envio para reciclagem. O tempo de estocagem destes pneus não supera uma semana e seu estoque ocorre em galpão construído para esta

finalidade. Desde a sua implantação, já foram recolhido e enviados para reciclagem, mais de 900.000 pneus inservíveis. Esta unidade funciona continuamente, em função da necessidade de se evitar a disposição destes pneus em locais adversos, como lotes vagos e áreas desocupadas, assim como evitar que os mesmos sejam estocados indevidamente. Tal medida se configura como uma necessidade de saúde pública, já que o seu descarte ou armazenamento indevido pode contribuir para a proliferação de mosquitos (*Aedes aegypti*, transmissor da dengue, por exemplo) (Figura 3).



(a)



(b)

**Figura 3 - Unidade de Recebimento de Pneus**

- unidade de transbordo de resíduos sólidos: devido ao encerramento das atividades do aterro sanitário, houve necessidade de destinar os resíduos gerados em Belo Horizonte para outro aterro sanitário, com isto houve necessidade de se implantar uma unidade de transbordo de resíduos de forma a não onerar os contratos de coleta vigentes. Para tanto, foi construído um galpão, fechado, com toda estrutura necessária para o funcionamento dos serviços de transbordo. Esta unidade está em operação desde 2009 (Figura 4).



(a)



(b)

**Figura 4 - Transbordo de Resíduos Sólidos**

- unidade de captação e beneficiamento de biogás: esta unidade foi implantada entre os anos de 2008 e 2009, e vem possibilitando reduzir as emissões atmosféricas que contribuem para o efeito estufa assim como para melhoria da qualidade do ar na região, que já é afetada pelos gases emanados pelos veículos que trafegam em duas grandes vias de circulação próximas (Rodovia BR 040 e Anel Rodoviário). Esta exploração de biogás já permitiu à SLU obter recursos com a venda antecipada dos certificados de créditos carbono (adiantados no momento da licitação), assim como vem possibilitando a geração de energia elétrica a partir da captação do biogás.
- unidade de recebimento de pequenos volume (URPV); Implantada junto à saída da Avenida Amintas Jacques de Moraes, tem como finalidade receber quantidades menores de resíduos de construção civil e outros inertes (pneus, sucatas, por exemplo) que são gerados na região, evitando assim que os mesmos sejam descartados em lotes vagos e áreas públicas. Esta unidade é de grande importância para a região, os moradores ao levarem estes resíduos até a URPV, acabam por evitar que estes sejam dispostos em lotes vagos, impedindo que estes resíduos comprometam a qualidade ambiental, a drenagem das águas de chuva, etc. se dispostos incorretamente em locais não autorizados. A unidade é destinada ao uso pela população em geral e pelos carroceiros (limitada a quantidade e tipo de resíduo que pode ser recebido). Possui escritório de apoio, baias para descarregamento seletivo dos materiais. Quando são promovidas ações de orientação aos carroceiros e vacinação dos animais ( em parceria com a escola de veterinária da UFMG) é utilizado o espaço da URPV para tais atividades.
- outras unidades, abrangendo as instalações administrativas e de apoio operacional aos técnicos e trabalhadores da SLU atuantes na Central; as instalações da empreiteira que fornece o pessoal e as máquinas utilizadas na operação do aterro; o almoxarifado central da SLU; os galpões utilizados para a estocagem transitória de embalagens tipo “*tetra-pack*” e de pneus inservíveis (URP), para posterior encaminhamento para reciclagem; balanças rodoviárias, guaritas, mirante, hortas e área de convivência dos servidores;
- instalações esportivas, compostas por 6 campos de futebol, um dos quais de uso exclusivo dos servidores da SLU e os outros cinco utilizados pela comunidade do entorno do aterro.

## 2.1 Descrição das principais unidades

### (A) O ATERRO SANITÁRIO (Figura 5)

Sua localização baseou-se em estudos realizados em 1972, quando foi concluída a elaboração do primeiro Plano Diretor de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, que identificou áreas para destinação final dos resíduos sólidos gerados na Capital. A área em questão foi declarada de utilidade pública pelo Decreto Municipal nº 2303, de 18 dezembro de 1972, abrangendo a fazenda Coqueiros e as localidades denominadas “Licuri” e “Matas”.



O aterro sanitário municipal iniciou sua operação em 1975 e funcionou durante 14 anos como um aterro convencional, instalado e operado de conformidade com as normas que então regulamentavam o funcionamento desse tipo de instalação. Em 1989, passou a ser operado como um “aterro energético”, com a captação forçada e o tratamento do biogás gerado naturalmente no mesmo, possibilitando a recuperação do metano e seu aproveitamento como combustível alternativo (em veículos das frotas da própria SLU, da CEMIG e de alguns táxis privados, além de em um motel vizinho). A implantação e operação dos dispositivos e instalações físicas necessários para a extração e beneficiamento do biogás, bem como para a distribuição do metano recuperado ficaram a cargo da empresa GASMIG, subsidiária da CEMIG (Companhia Energética de Minas Gerais, empresa pública estadual). Entretanto, em função de problemas diversos, em 1995 a GASMIG encerrou suas atividades de captação e uso do biogás na área da CTRS / BR.040 retirando os equipamentos então instalados.

Em 1994, a administração municipal, através da SLU, contratou consultoria especializada para elaboração de projeto técnico para o aterro sanitário, visando reduzir os impactos ambientais e, principalmente, a ampliação da vida útil do aterro, cujo esgotamento encontrava-se próximo caso não fossem tomadas medidas para alteração dos procedimentos operacionais então adotados.

O projeto proposto contemplava o tratamento simultâneo dos resíduos já aterrados, dos efluentes líquidos e dos resíduos novos a serem dispostos naquela instalação, além da ampliação da vida útil do sistema por longo período de tempo, através do emprego da técnica de biorremediação.

Em 1998, a SLU contratou a revisão desse mesmo projeto, no sentido de promover uma melhor utilização da área de disposição final de resíduos na CTRS BR.040 e, conseqüentemente, ampliar sua vida útil. Essa revisão resultou em uma reconfiguração de grande parte do aterro de conformidade com o conceito dos “aterros celulares”, abrangendo as parcelas ainda utilizáveis para essa finalidade (áreas já aterradas com resíduos há menos tempo, passíveis de biorremediação; e áreas ainda não exploradas), com a perspectiva de possibilitar sua máxima ocupação e procedendo-se à divisão entre as novas células com “barreiras verticais” de solo compactado (“diques” de seção retangular, com relativamente pequena espessura e grande altura, preenchidos em meio a valas escavadas no maciço de lixo).

A prática da biorremediação teve duração muito curta, compreendendo apenas parte do aterro. De fato, em 2001, após a realização de estudos de avaliação de sua viabilidade técnica e econômica, verificou-se que o processo não apresentava os resultados esperados em termos da aceleração da decomposição e estabilização da matéria orgânica; e que a reabertura das células seria excessivamente dispendiosa para a SLU, em função do que a autarquia decidiu pelo retorno à sua operação como um aterro sanitário convencional.

Em 2005, não obstante a implementação das medidas anteriormente relatadas, configurou-se novamente a iminência de esgotamento da vida útil do aterro. À vista disto, e objetivando estendê-la por um período adicional, até que se viabilizasse outra solução sustentável para a disposição final dos resíduos gerados na Capital, realizou-se novo estudo técnico da ampliação possível do uso das áreas utilizáveis para aterragem na CTRS / BR.040.

Dentre as opções estudadas, na proposta escolhida, a ampliação projetada para as áreas de aterragem manteve a cota 930m como limite superior do maciço do aterro. Abrangia, igualmente, a previsão do aproveitamento dos espaços vazios existentes no topo das células do aterro e na área da antiga jazida de solo para recobrimento dos resíduos (no caso, destinada à disposição de resíduos inertes não recicláveis).

Nesse mesmo estudo, definiu-se a construção de uma célula específica para disposição final de resíduos de serviços de saúde, posicionada no topo das células do aterro sanitário. Assim, os resíduos de serviços de saúde vêm sendo aterrados, desde meados de julho de 2006, nessa célula específica, com impermeabilização do fundo e das laterais em manta de PEAD.

Quanto aos resíduos de construção e demolição, a SLU possui, em Belo Horizonte, 3 Estações de Reciclagem de Entulho, que têm como objetivo transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, podendo substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural.



**Figura 5 - Aterro Sanitário da BR 040**

#### **(B) Unidade de Beneficiamento de Biogás (Figura 6)**

A Unidade de captação de biogás implantada pelo Consórcio Horizonte-ASJA é composta por uma rede de poços de captação de biogás, a qual é interligada a subestações de controle e regulação e esta, por sua vez, à uma estação de aspiração e queima e subestação de geração de energia.

Em relação à rede de poços, esta é constituída de uma malha de 164 poços profundos, os quais foram construídos com tubos de 200 mm de PEAD (polietileno de alta densidade) perfurados ao longo de sua extensão (rede secundária), e revestidos com brita gnaiss. Na parte superior dos poços, foi realizado um selamento do mesmo com argila, para evitar a entrada de águas de chuva e oxigênio para propiciar uma melhor captação dos gases. Na ponta dos tubos (parte que ficou exposta) foram instalados os terminais de ligação, chamados de cabeças de poço. Essas cabeças são equipadas com quatro uniões roscadas (dois de 2" e duas de 3/4") para permitir a instalação de uma bomba submersível para a remoção dos líquidos lixiviados provenientes do poço e instalados com fiação e controle de bóia e, neste caso, o chorume acumulado dentro do poço pode ser facilmente extraído, sem retirar a cabeça do poço.

Estes poços possuem profundidade variando entre 8 e 47 m, conforme a altura do maciço de resíduos, porém sempre limitada a 4 e 5 m da base do aterro, de maneira a evitar o rompimento da camada de impermeabilização.

Uma das uniões roscadas é utilizado para a amostragem de biogás e para realização de análises físico-químicas das características do gás. Para implantação dessa rede de poços, foram utilizadas 3 perfuratrizes de grande porte.

Os poços são interligados a 13 subestações de regulação, por meio de tubos de PEAD de 90 mm de diâmetro, construídas em aço galvanizado, as quais têm a finalidade de propiciar o controle e regulação da pressão de biogás captado, além de permitir a manutenção e eventuais problemas nas linhas de captação e sucção. As subestações são equipadas com entradas individuais para cada tubo de captação procedente dos poços de captação. Ao todo, cada subestação possui entrada para doze poços. Para a interligação das subestações à estação de aspiração, queima e geração de energia, são utilizados tubos de PEAD com diâmetro de 400 mm (rede primária).

A estação de aspiração/exaustão possui dois aspiradores turbo de múltiplos estágios, projetados especialmente para esta aplicação em particular, os quais são capazes de aplicar as diferentes pressões para todas as linhas de captação de biogás e, ao mesmo tempo, são capazes de empurrar o biogás tratado para alimentar os motores e tochas de queima.

Após o aspirador/exaustor e antes de os motores, o biogás passa por uma série de tubos de gás / água e glicol, para troca de calor, que pode arrefecer o biogás a uma temperatura inferior a 10 °C (2 - 3 °C aproximadamente), por meio de um conjunto de refrigeradores. O condensado formado é, então, separado por um filtro coalescente, situado a jusante dos tubos, permitindo, portanto, que uma fatia considerável de impurezas, preso no condensado em si, sejam eliminados do fluxo de gás.

Em função do sistema automático de controle de pressão, consegue-se manter constante a pressão de gás, garantindo também um fluxo contínuo de biogás para os conjuntos de geradores. De forma a minimizar o ruído produzido, foram instaladas coberturas com material à prova de som para envolver os sopradores.

Esta seção foi projetada com dois aspiradores com as mesmas características em paralelo para garantir uma operação livre de problemas, mesmo no caso de uma falha que ocorre em uma das máquinas. Em seguida, o biogás passa por um filtro seco, que consiste em barris feitos no local em aço carbono equipados com filtros de poliéster, a fim de remover as impurezas sólidas do fluxo de gás (bem como uma parte da micro-contaminantes que seriam prejudiciais aos geradores de energia elétrica).

A unidade de queima esta seção é equipada com *flares* enclausurados de alta temperatura fechados para garantir o biogás capturado seria completamente destruído (queimado) com segurança. Cada *flare* instalado na planta da CTRS / BR 040 foi projetado e implantado para garantir uma temperatura de combustão entre 800 °C e 1.200 °C e são equipados com equipamentos necessários para monitorar a eficiência da queima de combustão em contínuo, de acordo com o "*Tool to determine project emissions from flaring gases containing methane*". Na Unidade da BR 040 foram instalados dois *flares*.

A Unidade da BR 040 possui um sistema de controle empregado consiste em um sistema instrumental capaz de controlar todos os parâmetros físico-químicos do biogás, bem como controlar os principais equipamentos da Unidade, tanto para a alimentação e para a Unidade de Geração. Todos os dados do sistema analisador e vários instrumentos nas linhas são obtidos em um sistema de controle tipo PLC, que controla todas as operações automáticas da planta, exceto os conjuntos motor-gerador a gás, que têm um controle próprio de regulação fornecido juntamente com os conjuntos. O sistema de controle de todos os processos de regulação e controle necessários para a correta execução conjuntos.

A Unidade de análise e controle cujos objetivos principais são:

- Acompanhamento da qualidade, quantidade, pressão e temperatura do biogás extraído dos poços,
- Controle do fluxo de biogás por meio de um inversor que regula regime de trabalho dos aspiradores (sopradores); para verificar se está ocorrendo mudança da frequência de alimentação de eletricidade e, assim, a velocidade de rotação de motores elétricos;
- Detectar qualquer tipo de avaria e dar um alarme, se ocorrer qualquer situação de risco (por exemplo, elevado teor de oxigênio no biogás).

Os instrumentos analíticos instalados incluem um analisador de CH<sub>4</sub> (metano) e O<sub>2</sub> (oxigênio). Uma percentagem excessiva de oxigênio na composição do biogás é percebida por um alarme remoto que fecha automaticamente uma válvula geral para romper o fluxo de gás.

Além disso, há um dispositivo de gestão e de alarme para os parâmetros mais importantes (pressão, temperatura, capacidade, frequência, etc.) relacionados com a operação da Unidade. O fluxo de biogás (na linha principal, em cada tocha e linhas de alimentação), a eficiência de combustão para cada *flare*, e as produções do projeto de eletricidade e consumos e todos os outros parâmetros relevantes, são considerados e monitorados.

Compõe a planta, uma Usina Termelétrica (UTE), a qual é composta de 4 (quatro) conjuntos geradores de energia, marca *Jembecher (General Electric)* cada um com potencia de 1,4 MW. A UTE passou a funcionar efetivamente em março de 2011, e veem sendo gerados cerca de 4,8 MW. Essa UTE também é composta de uma sub-estação integradora, onde ficam armazenados os sistemas de proteção e medição de energia elétrica.



(a) (b)  
**Figura 6 - Unidade de Beneficiamento de Biogás**

### 3 Objetivos

A seguir são apresentados os objetivos geral e específicos referente a esta proposta de sustentabilidade ambiental.

#### 3.1 Objetivo geral

Esta proposta tem como objetivo geral apresentar uma proposta de sustentabilidade ambiental em relação à redução do consumo de energia e redução direta de GEEs visando obter certificação ambiental, assim como a redução/reciclagem de resíduos sólidos gerados em Belo Horizonte, em conformidade com a Deliberação Normativa nº 66/2009 do Conselho Municipal de Meio Ambiente – COMAM.

#### 3.2 Objetivos específicos

- Encorajar ou impulsionar ações que favoreçam, em base sustentável, a renda, o bem-estar, o ambiente saudável e o uso adequado dos recursos ambientais;
- Desencorajar ações que ameacem ou causem danos em curto, médio e longo prazo, aos ecossistemas e à base geoambiental da economia;
- Preservar os recursos naturais (qualidade do ar) para as gerações futuras equilibrando, de modo sustentável, as demandas econômicas, sociais e ambientais ligadas à disposição de resíduos sólidos;

- Contribuir para a redução dos impactos das emissões de GEE, por meio da unidade de beneficiamento de biogás, implantada no aterro sanitário;
- Promover a participação e envolvimento da comunidade, principalmente aquela do entorno da CTRS BR 040;
- Chamar atenção e despertar consciência para os problemas que podem advir com o aumento da geração de resíduos e sua disposição inadequada;
- incentivar a política de coleta seletiva e reciclagem, contribuindo assim para a preservação do meio ambiente.

## 4 Diagnóstico

### 4.1 Resíduos Sólidos

No ano de 2011, a SLU coletou e destinou um total de 1.276.170 t de resíduos sólidos urbanos, conforme Tabela 1, atendo uma percentual 95% da população belorizontina.

**Tabela 1 - Resíduos sólidos urbanos gerados em Belo Horizonte, em 2011 (toneladas)**

		ANO MES												Total geral
		=2011												
DESTINAÇÃO	CLASSE	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
ATERRAMENTO	RCC	14.682,55	18.987,37	20.575,71	19.359,73	22.520,65	22.563,17	28.480,37	30.946,77	12.445,74	18.523,05	12.240,57	11.684,36	230.972,04
	RDO	58.796,66	51.571,28	56.763,48	51.666,66	62.205,06	51.633,79	50.959,84	55.467,36	51.197,43	63.582,05	55.011,95	65.784,14	654.639,68
	RPO	1.379,37	992,18	941,59	661,38	940,01	871,17	591,83	787,24	800,24	724,31	1.019,36	657,85	10.166,53
	RPU	18.323,90	18.475,04	22.741,73	21.387,93	23.514,48	24.011,64	25.042,90	27.308,40	26.394,09	26.395,50	23.193,69	23.671,80	278.650,99
	RSS	913,85	743,32	831,80	846,19	846,87	790,07	734,62	817,81	1.279,93	815,55	772,20	885,13	10.277,17
	Outros	9.725,75	10.607,08	9.087,95	7.424,81	7.540,19	7.547,45	7.173,18	6.879,21	6.980,30	6.449,09	6.026,18	6.021,95	91.463,14
<b>ATERRAMENTO Total</b>		<b>103.822,07</b>	<b>99.376,27</b>	<b>110.932,26</b>	<b>101.386,70</b>	<b>107.567,26</b>	<b>107.417,29</b>	<b>112.962,64</b>	<b>122.178,58</b>	<b>97.887,72</b>	<b>105.489,58</b>	<b>98.263,95</b>	<b>108.885,22</b>	<b>1.276.169,53</b>

Fonte: Relatório de Atividades de Limpeza Urbana

RCC = resíduos de construção civil. RDO = resíduos domiciliares; POR = resíduos de podas; RPU = resíduos públicos; RSS = resíduos de serviços de saúde.

Os RDO englobam os resíduos oriundos da coleta dos seguintes resíduos (fontes): comuns de unidade de saúde, mercado central, coleta de vilas e favelas, coleta domiciliar convencional, coletas especiais, coleta de resíduos orgânicos, produtos deteriorados e rejeitos do processo de compostagem.

Os RPU se referem aos seguintes resíduos (fontes): animais mortos, barro, capim, capina, capina em lotes públicos e particulares, coleta de deposições clandestinas (carreamento manual e mecânico), limpeza de obras de arte e pós-evento, manutenção de parques e jardins, manutenção geral da CTRS, multitarefa, resíduos de drenagem pluvial, resíduos perecíveis, resíduos da lagoa da Pampulha, resíduos de bocas de lobo, de varrição mecânica, resíduos parque municipal, resíduos públicos das regionais e resíduos de varrição.

Os RCC são os entulhos e resíduos de construção e demolição recolhidos pela SLU, oriundos de deposição clandestina, e aqueles encaminhados por particulares. Seja para a unidade de reciclagem ou Aterro de Inertes da fazenda Capitão Eduardo.

Os RSS são os resíduos de saúde oriundos de unidades particulares e de hospitais e clínicas públicas.

Outros resíduos são aqueles oriundos da unidade de transbordo da CTRS BR-040, resíduos de URPV e de mutirões da Dengue realizados pela Prefeitura de Belo Horizonte.

#### **4.2 Coleta seletiva/reciclagem**

Os programas de coleta seletiva e reciclagem desenvolvidos pela SLU vêm permitindo que deixem de ser dispostas, cerca de 8% dos resíduos sólidos urbanos gerados no município. Assim, com estes programas, a SLU vem contribuindo para redução de emissões GEEs e fazendo com que grande parte de matéria prima básica deixe de ser extraída na natureza.

Nesse sentido, atualmente, a SLU vem desenvolvendo práticas de coleta seletiva, reciclagem, incluindo reutilização, em 4 vertentes:

- Coleta seletiva ponto a ponto
- Coleta seletiva porta a porta
- Compostagem dos Resíduos Orgânicos
- Reciclagem de resíduos de construção e demolição (RCD)

A seguir são descritos estes programas e alguns dados alcançados no ano de 2011.

##### **4.2.1 Coleta seletiva ponto a ponto**

Nesse tipo de coleta, são instalados contêineres nas cores padrões dos materiais recicláveis: azul para o papel, vermelho para o plástico, amarelo para o metal e verde para o vidro. A população separa os recicláveis em casa os leva para depositar no respectivo contêiner. Cada conjunto de contêineres é chamado de Local de Entrega Voluntária (LEV). Atualmente a SLU possui 302 contenedores instalados nas Regionais Administrativas de Belo Horizonte, que são disponibilizados para coleta de vidros, metais, papel e plásticos.

##### **4.2.2 Coleta seletiva porta a porta**

Os materiais recicláveis são separados pelos moradores e recolhidos no domicílio (ou estabelecimento comercial) por um caminhão baú, um carrinho de mão motorizado ou um caminhão compactador. Eles são destinados para associações ou cooperativas de catadores participantes do Fórum Municipal Lixo & Cidadania. Atualmente, ela está presente em 30 bairros, atingindo uma população aproximada de 354 mil pessoas

#### **4.2.3 Reciclagem de resíduos orgânicos (compostagem)**

O programa de compostagem dos resíduos orgânicos da prefeitura de Belo Horizonte consiste no reaproveitamento do resíduo orgânico proveniente de mercados, supermercados, feiras, sacolões, restaurantes e de poda da vegetação de áreas públicas, transformando-o em composto orgânico, produto semelhante ao húmus (terra vegetal).

O Brasil é considerado um dos dez países que mais desperdiçam alimentos no mundo. Em Belo Horizonte, 65% dos resíduos coletados é constituído de resíduo orgânico, isto é, sobras de alimentos, cascas de frutas e legumes, verduras, podas de arborização e de gramados.

No programa de compostagem, a matéria orgânica coletada separadamente nas grandes fontes geradoras é transportada para o pátio de compostagem, que fica na CTRS BR-040. Lá, é misturada ao produto da poda triturada para posterior formação de leiras (massas de resíduo orgânico a ser compostado, dispostas sob a forma de montes).

Esse material fica no pátio aproximadamente quatro meses, até ser transformado em composto orgânico por meio da decomposição realizada pelos microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos) presentes na própria massa do resíduo. O composto pode ser utilizado como fertilizante orgânico em hortas escolares, praças e parques.

A utilização do composto orgânico proporciona diversos benefícios, tais como:

- melhoria das características físicas e estruturais do solo (aumenta a capacidade de arejamento, retém a umidade nos períodos secos e facilita a infiltração da água nos períodos chuvosos)
- fornecimento de nutrientes para as plantas, permitindo o desenvolvimento de uma agricultura mais produtiva, natural e de baixo custo.
- recuperação de áreas degradadas pela erosão, protegendo taludes (barrancos) e encostas.
- aumento da vida útil do Aterro Sanitário, pois aproveita a matéria orgânica que seria descartada

#### **4.2.4 Reciclagem de resíduos de construção e demolição - RCD (entulhos)**

A SLU possui três unidades de reciclagem de resíduos de construção e demolição, que têm como objetivo transformar os resíduos da construção civil em agregados reciclados, podendo substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural. São instaladas em terrenos públicos localizados estrategicamente, com área mínima de 6.000m<sup>2</sup>, que devem ser cercados e dotadas de pontos de aspersão de água, localizados estrategicamente, de forma a reduzir o excesso de poeira. Para evitar a pressão sonora, as calhas dos equipamentos britadores são revestidas de borracha e as pás-carregadeiras dispõem de silenciadores. Essas unidades recebem os resíduos transportados por caminhões e empresas de caçambas desde que apresentem, no máximo, 10% de outros materiais (papel, plástico, metal etc.) e ausência de terra, matéria orgânica, gesso e amianto.



#### 4.2.5 Resultados alcançado.

Em 2011 foram encaminhados para reciclagem, pelo programa de compostagem, cerca de 4.014 t de resíduos, sendo 2.727 t (67,9%) de resíduos orgânicos e 637 t (15,7%) de resíduos de podas de árvores (Tabela 2). Ao longo do processo de compostagem, ainda foram gerados cerca de 650 t (16,2%) de rejeitos (pequenas quantidades de plásticos, papéis, pedaços de madeiras – de caixotes, galhos mais grossos, etc.). Ao final do ano o processo de compostagem obteve uma eficiência de 67,6%, o que pode ser considerado satisfatório.

**Tabela 2 - Resíduos reciclados no programa de compostagem**

Tipo de Resíduo		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
Orgânico (t)	t	256	241	262	267	197	175	197	212	187	225	223	282	<b>2.727</b>
	%	9,4%	8,8%	9,6%	9,8%	7,2%	6,4%	7,2%	7,8%	6,9%	8,3%	8,2%	10,3%	100,0%
Poda (t)	t	77	33	39	39	30	50	52	65	56	61	64	71	<b>637</b>
	%	12,1%	5,2%	6,1%	6,1%	4,7%	7,8%	8,2%	10,2%	8,8%	9,6%	10,0%	11,1%	100,0%
Rejeito (t)	t	73	61	110	58	55	43	59	34	20	46	37	53	<b>650</b>
	%	11,2%	9,4%	16,9%	8,9%	8,5%	6,6%	9,1%	5,2%	3,1%	7,1%	5,7%	8,2%	100,0%
Total	t	406	335	411	364	282	268	308	311	263	332	324	406	<b>4.014</b>
	%	10,1%	8,3%	10,2%	9,1%	7,0%	6,7%	7,7%	7,7%	6,6%	8,3%	8,1%	10,1%	100,0%
Eficiência	%	6,5%	5,3%	4,8%	6,2%	4,3%	4,5%	4,7%	6,1%	5,6%	6,0%	6,2%	7,5%	<b>67,6%</b>

Quanto aos resíduos de construção e demolição - RCD, em 2011, foram encaminhadas para reciclagem cerca de 65.811 t (77,3%) de uma total de 85.096 t recebidas ao longo do ano. Os RCD que aportam às estações de reciclagem são oriundos de obras diversas executadas em Belo Horizonte (Tabela 3).

Das 65.811 t enviadas para reciclagem, cerca de 71,1% (60.542 t) foram de fato recicladas e transformadas em insumos. O processo gerou cerca de 5.269 t (6,2%) de rejeitos diversos (papeis, plásticos, vergalhões, etc.), restando 19.285 t (22,7%) em estoque para reciclagem. A Eficiência obtida no processo de foi de 92%, podendo ser considerado, também, satisfatório.

**Tabela 3 - Total de resíduos de construção e demolição processados e reciclados em 2011 (m<sup>3</sup>)**

Discriminação		Período												Total	
		Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
Recepção de RCD	m <sup>3</sup>	6.371	6.622	7.250	10.251	7.667	7.808	6.185	6.906	7.456	6.626	4.220	7.734	85.096	100%
	%	7,5%	7,8%	8,5%	12,0%	9,0%	9,2%	7,3%	8,1%	8,8%	7,8%	5,0%	9,1%	100,0%	
Material Reciclado Total	m <sup>3</sup>	5.467	6.239	3.940	7.440	6.986	4.191	3.938	4.578	5.966	5.372	4.819	6.875	65.811	77,3%
	%	8,3%	9,5%	6,0%	11,3%	10,6%	6,4%	6,0%	7,0%	9,1%	8,2%	7,3%	10,4%	100,0%	
Material Reciclado obtido	m <sup>3</sup>	4.862	5.692	3.505	7.000	6.431	3.725	3.571	4.258	5.594	4.958	4.549	6.397	60.542	71,1%
	%	8,0%	9,4%	5,8%	11,6%	10,6%	6,2%	5,9%	7,0%	9,2%	8,2%	7,5%	10,6%	100,0%	
Rejeitos	m <sup>3</sup>	605	547	435	440	555	466	367	320	372	414	270	478	5.269	6,2%
	%	11,5%	10,4%	8,3%	8,4%	10,5%	8,8%	7,0%	6,1%	7,1%	7,9%	5,1%	9,1%	100,0%	
Estoque	m <sup>3</sup>	904	383	3.310	2.811	681	3.617	2.247	2.328	1.490	1.254	-599	859	19.285	22,7%
	%	4,7%	2,0%	17,2%	14,6%	3,5%	18,8%	11,7%	12,1%	7,7%	6,5%	-3,1%	4,5%	100,0%	
Eficiência	%	88,9%	91,2%	89,0%	94,1%	92,1%	88,9%	90,7%	93,0%	93,8%	92,3%	94,4%	93,0%	92,0%	-

Quanto aos programas de coleta seletiva porta-a-porta e LEVs, foram recolhidos e encaminhados para reciclagem, cerca de 9.824 t, em 2011.

Ao todo, estes programas reciclaram, ou enviaram para reciclagem, 115.602 t, que equivale a cerca 8,3% dos resíduos gerados em Belo Horizonte, no ano de 2011. Isto também equivale, a quase 1 mês de resíduos coletados em BH e que deixaram de ser dispostos em aterro sanitário.

### 4.3 Energia

Em 2011, conforme informado pelo Consórcio Horizonte-ASJA a geração de energia elétrica alternativa (energia verde) atingiu uma média mensal de aproximadamente 2.787 MWh, conforme Tabela 4. Deste total, apenas 0,566 MWh foi utilizado na manutenção e operação da unidade de beneficiamento de biogás da BR 040, sendo o restante comercializado junto à Companhia Energética de Minas Gerais – CEMIG. Ou seja, a produção é muito maior que o consumo.

**Tabela 4 - Energia gerada na Unidade de Beneficiamento de Biogás instalada na CTRS BR 040 (2011)**

Data	Energia Produzida (MWh)	Energia Consumida (MWh)	Valor líquido de energia Produzida (MWh)
Jan	2.899	0,639	2.898
Fev	2.532	0,285	2.531
Mar	2.835	0,392	2.835
Abr	2.807	0,376	2.806
Mai	2.851	0,983	2.850
Jun	2.753	0,701	2.753
Jul	2.524	0,277	2.523
Ago	2.603	0,258	2.602
Set	2.794	0,685	2.793
Out	2.939	1,114	2.938
Nov	2.908	0,375	2.908
Dez	2.996	0,709	2.995
Média	2.787	0,566	2.786

Contudo, somente em 2010, o volume captado e beneficiado foi suficiente para evitar a emissão de mais de 200.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente para a atmosfera. Na Tabela 5 são apresentados valores de volume de biogás beneficiado e percentuais de metano evitado na atmosfera ao longo do ano de 2011. Como pode ser observado, foram evitadas a emissão de cerca de 12.287 t de metano para a atmosfera, que equivaleu a aproximadamente 258.056 t de CO<sub>2</sub> equivalente.

Destaca-se que o percentual de metano extraído no aterro sanitário da BR 040, equivaleu a uma média mensal de cerca de 50,1% do biogás total captado pelo sistema do Consórcio Horizonte-ASJA. Isto representou uma média de, aproximadamente, 1.442.876 t de metano captado e utilizado para geração de energia.

**Tabela 5 - Volume de biogás beneficiado e percentual de metano evitado na atmosfera**

Data	Volume de Biogás na linha principal (Nm <sup>3</sup> )	Conteúdo médio de Metano no biogás (%)	Volume de Metano na linha principal (Nm <sup>3</sup> )	Eficiência média da Usina (%)	Metano evitado na atmosfera (Nm <sup>3</sup> )	Densidade do Metano (0,0007168 T CH <sub>4</sub> /m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> )	Quantidade aproximada de CH <sub>4</sub> evitado na atmosfera (Toneladas)	Quantidade aproximada de CO <sub>2</sub> equivalente evitado na atmosfera (Toneladas)
Jan	3.517.844	47,9%	1.685.047	99,0%	1.668.197	0,0007168	1.196 X 21	25.111
Fev	2.802.675	47,6%	1.334.073	99,0%	1.320.733	0,0007168	947	19.881
Mar	2.879.311	52,1%	1.500.121	99,0%	1.485.120	0,0007168	1.065	22.355
Abr	2.637.661	47,5%	1.252.889	99,0%	1.240.360	0,0007168	889	18.671
Mai	2.779.236	46,3%	1.286.786	99,0%	1.273.918	0,0007168	913	19.176
Jun	2.624.769	50,6%	1.328.133	99,0%	1.314.852	0,0007168	942	19.792
Jul	2.881.428	53,5%	1.541.564	99,0%	1.526.148	0,0007168	1.094	22.973
Ago	2.818.465	53,6%	1.510.697	99,0%	1.495.590	0,0007168	1.072	22.513
Set	2.823.898	52,3%	1.476.898	99,0%	1.462.130	0,0007168	1.048	22.009
Out	3.070.820	49,5%	1.520.056	99,0%	1.504.855	0,0007168	1.079	22.652
Nov	2.864.633	49,5%	1.417.994	99,0%	1.403.814	0,0007168	1.006	21.131
Dez	2.903.084	50,3%	1.460.251	99,0%	1.445.649	0,0007168	1.036	21.761
Total	34.603.825	-	17.314.511	-	17.141.366	-	12.287	258.026
Média Mensal	2.883.652	50,1%	1.442.876	99,0%	1.428.447	-	1.024	21.502
<b>Quantidade aproximada de CH<sub>4</sub> evitado na atmosfera em 1 ano</b>							<b>12.287 tCH<sub>4</sub></b>	
<b>Quantidade aproximada de CO<sub>2</sub> equivalente evitado na atmosfera em 1 ano</b>							<b>258.026 tCO<sub>2e</sub>equi</b>	

#### 4.4 Mobilização e Educação Ambiental

Como contribuição à Mobilização Social e Educação Ambiental, na CTRS BR 040 encontra-se instalada a Unidade de Educação Ambiental – UEA, que é um espaço interativo para a realização de atividades com enfoque na educação para limpeza urbana e reciclagem de resíduos. Esta Unidade funciona na antiga Usina de Beneficiamento do Lixo, cujo espaço foi reformado e adaptado especialmente para abrigar a UEA.

O objetivo da UEA é despertar o público para a busca coletiva de soluções dos problemas relativos à limpeza urbana e destinação de resíduos sólidos, bem como estimular a participação nos programas e práticas educativas de redução, reutilização e reciclagem, sem perder o foco na inclusão social e na geração de trabalho e renda.

As principais atividades desenvolvidas na UEA são:

- ✓ apresentações teatrais do grupo de teatro "Até Tu SLU";
- ✓ cursos;
- ✓ palestras (direcionadas a professores, alunos, condôminos, catadores, carroceiros, empresas, instituições, grupos organizados etc.);
- ✓ dinâmicas;
- ✓ exposições;
- ✓ encontros e seminários;
- ✓ oficinas com enfoque na reutilização de materiais (papel artesanal, papel machê, flores em papel, plástico e metal, colagem, modelagem, máscaras, cadernos alternativos, arranjos juninos, natalinos e festividades diversas, arte em jornal, confecção de tintas a partir de pigmentos naturais, oratórios, caixas e embalagens, compostagem, vidros decorativos, bijuterias e ornamentos pessoais, brinquedos, objetos decorativos, teatro e contos).

#### 5 Avaliação dos impactos ambientais

Os impactos ambientais aqui mencionados se referem aos impactos que foram minimizados pela reciclagem/reaproveitamento de resíduos e subprodutos originários dos mesmos.

Neste sentido, as reduções nas emissões diretas e indiretas de GEEs (equivalente tCO<sub>2</sub>e), obtidas com o projeto de sustentabilidade, apresentadas no Item 4.3, configuram como uma grande contribuição, haja visto que, somente o aterro sanitário de Belo Horizonte, no Estado de Minas Gerais, com a Unidade de Beneficiamento de Biogás, é que se encontra certificado/credenciado para comercialização de CER – Certificados de Emissões Reduzidas (créditos carbono), nessa categoria, dentro do Protocolo de Kyoto.

Tem-se ainda os resíduos reciclados/reaproveitados pelos demais programas mencionados neste documento, que representaram cerca de 9% dos resíduos gerados em BH, ao longo do ano.



## 6 Considerações finais

As principais características do projeto que vem sendo desenvolvido na CTRS BR 040 foram descritos ao longo deste documento. Deve-se considerar a especificidade deste projeto, assim como o porte da cidade Belo Horizonte, que demonstra a dificuldade em conduzir e implantar um sistema de destinação final de resíduos sustentável, que priorize a reciclagem, reaproveitamento e destinação final adequada de resíduos sólidos e seus subprodutos, que podem ser danosos ao meio ambiente.