

III-611 - AVALIAÇÃO DO IMPACTO NA VIDA ÚTIL DO ATERRO SANITÁRIO DE BETIM – MG, A PARTIR DA APLICAÇÃO DE DIFERENTES ALTERNATIVAS TÉCNICAS DISPONÍVEIS PARA TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Leandro Gustavo Silva⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pelo Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, Belo Horizonte, Brasil.

Gisele Vidal Vimieiro⁽²⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da UFMG, Especialista em Educação Ambiental pela Faculdade SENAC Minas, Mestre e Doutora pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Escola de Engenharia da UFMG, Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais – CEFET/MG, Belo Horizonte, Brasil.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Amazonas, 5253 – Nova Suíça - Belo Horizonte - MG - CEP: 30421-169 - Brasil - Tel: (31) 3319-7109 - e-mail: giselevv@cefetmg.br

RESUMO

A ausência do saneamento básico no Brasil ainda é um problema que atinge parcela considerável da população, refletindo em perdas ambientais, econômicas e sociais. Dentre as carências sanitárias do país, pode-se citar a disposição de resíduos sólidos urbanos, que apesar de possuir coleta de aproximadamente 92,2% em 2020, dispôs cerca de 60,2% desses em aterros sanitários, sendo o restante encaminhados para lixões ou aterros controlados. Tendo em vista esse fraco desempenho, ações como ampliação da porcentagem de resíduo reciclados são necessárias. Visto isso, entende-se nesse trabalho que unidades de segregação dos recicláveis e a compostagem dos orgânicos surgem como alternativas importantes para a melhoria do quadro sanitário nacional, ampliando o tempo de operação dos aterros sanitários e valorizando os profissionais envolvidos no processo. Pensando nisso, esta pesquisa foi elaborada tendo como objeto de estudo a Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Betim (CRTS), desativada para o recebimento de coleta domiciliar em 2011, objetivando-se avaliar o impacto no tempo de vida útil nesse empreendimento decorrente de propostas de unidades para tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos. O primeiro passo para realização do projeto foi a elaboração do perfil do município de Betim, considerando a variação sazonal na geração de resíduos e a composição gravimétrica do mesmo. Em seguida foi proposta uma usina de triagem e compostagem coerente com a realidade apresentada no estado de Minas Gerais, mas que apresentasse potencial superior a unidade pré-existente. Por fim, estimou-se o tempo de vida útil acrescido ao empreendimento. Verificou-se que a proposta proporcionaria ampliação do tempo de operação em 1 ano, 4 meses e 21 dias, valor considerado significativo, baseado no volume que seria triado e compostado, além da redução dos custos em relação a planta real.

PALAVRAS-CHAVE: Aterro Sanitário, Tempo de vida útil, Usinas de triagem e compostagem, Resíduos sólidos urbanos.

INTRODUÇÃO

É evidente a precariedade dos sistemas de saneamento básico no Brasil, dentre eles a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Abrelpe (2021), 60,2% dos resíduos gerados em 2020 foram encaminhados para aterros sanitários, e o restante, dispostos em vazadouros a céu aberto ou em aterros controlados.

Ainda hoje no Brasil, a solução considerada ambientalmente correta mais viável para disposição final dos resíduos é o aterro sanitário. Entretanto, ao avaliar as unidades em operação no país, é comum encontrar plantas que utilizam apenas as unidades básicas de gerenciamento, não estando associadas as atividades de triagem e compostagem, por exemplo. Esta foi a realidade da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos

(CTRS) de Betim, que apesar de dispor de uma usina de triagem em grande parte de seus anos de operação, apresentou grande percentual de material reciclável aterrado.

Este trabalho baseou-se nos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos e teve em vista os impactos ambientais, econômicos e sociais decorrentes da gestão do aterro sanitário do município de Betim (iniciado em 1996 e desativado para disposição de resíduos sólidos urbanos em 2011). Foram avaliados os impactos gerados caso alternativas técnicas economicamente viáveis e coerentes com a realidade do estado de Minas Gerais para o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos urbanos tivessem sido aplicadas. Acredita-se que aterros sanitários que possuem unidades de segregação e tratamento, que extrapolem o modelo aplicado no empreendimento estudado, possam aumentar o tempo de vida útil e gerar ganhos ambientais e sociais, como por exemplo, a utilização de áreas menores em futuros projetos e geração de renda com a venda dos materiais recicláveis.

OBJETIVO

Avaliar o impacto no tempo de vida útil do aterro sanitário do município de Betim, comparando a gestão aplicada no empreendimento a outras alternativas técnicas, disponíveis no mercado, para tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

METODOLOGIA UTILIZADA

Descrição da área de estudo e coleta de dados

Os dados do presente trabalho foram obtidos por diferentes fontes. Foram realizados levantamentos nos acervos da Prefeitura de Betim, com autorização dos responsáveis pela Limpeza Urbana do município. Também foram disponibilizadas informações por uma das empresas prestadoras de serviços da prefeitura. A partir de busca eletrônica, documentos como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim e licenças ambientais do empreendimento foram incorporadas ao trabalho.

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS) de Betim (Figura 1), Minas Gerais, foi inaugurada em novembro de 1996 e encerrada em dezembro de 2011 (desativado para disposição de resíduos sólidos urbanos), no bairro São Salvador, localizada na regional Citrolândia, sendo o primeiro aterro sanitário licenciado pela FEAM. O empreendimento foi criado visando a disposição adequada dos resíduos sólidos gerados, que até então eram encaminhados para o lixão do bairro Nossa Senhora das Graças. Antes de regularizado, a unidade operou como aterro controlado dentre os anos de 1993 a 1995 (BETIM, 2015).

Os objetivos diretos da instalação eram ser uma solução sanitariamente adequada que incentivasse a ampliação do atendimento do serviço de coleta no município (cerca de 70% em 1993), uma vez que os mesmos começariam a ser dispostos adequadamente. Indiretamente, o mesmo melhoraria a saúde pública da cidade, apoiando a reversão do quadro sanitário negativo, relacionado à disposição inadequada dos resíduos apresentada na época (SEEBLA, 1994).

Durante o período de operação, os resíduos encaminhados para CTRS eram de origem domiciliar (secos e úmidos), comercial, industrial das classes IIA e IIB, conforme NBR 10004 (ABNT, 2004), varrição, capina e serviço de saúde. Além dos resíduos do município, de acordo com os dados obtidos junto à prefeitura, cidades vizinhas também encaminhavam seus resíduos domiciliares para CTRS Betim, sendo essas cidades Igarapé, São Joaquim de Bicas e Sarzedo, no período de 2008 a 2011, e Mário Campos, de 2007 a 2011.

Segundo Betim (2015), a CTRS contava com: Aterro Sanitário, Sistema de Tratamento de Chorume, Pátio de Compostagem e Unidade de Recuperação de Recicláveis, sendo o último desativado antes do aterro, em virtude do direcionamento dos recicláveis para ASCAPEL.

A Tabela 1 apresenta a quantidade de resíduos recebidos e segregados pela usina de triagem e compostagem (UTC) adotada na CTRS de Betim.

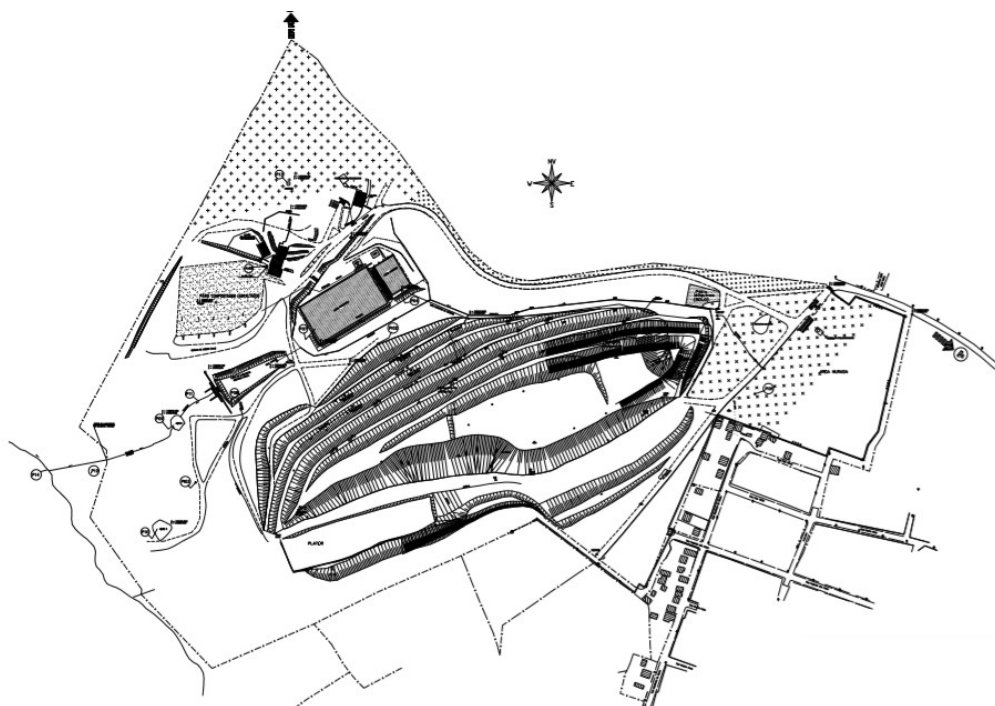


Figura 1: Área de estudo – CTRS Betim
Fonte: AAS Engenharia Ambiental, 2009

Tabela 1: Quantidade de Resíduos Sólidos Segregados pela usina de triagem e compostagem adotada na CTRS de Betim (t/dia)

Descrição	Quantidade
Resíduos Recicláveis Segregados	2,50
Matéria Orgânica Segregada	7,00
Rejeito da usina de Usina de Triagem e Compostagem	20,50
Total de Resíduos Processados	30,00

Fonte: BETIM, 2010

A CTRS de Betim contou com UTC de resíduos sólidos urbanos durante parte dos anos de operação. Como citado anteriormente, a usina de triagem foi desativada em 2003 em virtude do direcionamento dos resíduos recicláveis para ASCAPEL. Já em relação à usina de compostagem, não foram encontrados dados oficiais referentes à sua gestão, não sendo possível saber exatamente se houve operação contínua em todos os anos de operação da planta. Entretanto, será considerado nesse trabalho, o tratamento ininterrupto da matéria orgânica pela mesma.

Além da UTC, outra iniciativa que proporcionou acréscimo na vida útil da área de estudo, foi a coleta seletiva no município. De acordo com BETIM (2015), aproximadamente 45% da área de Betim era atendida pela coleta seletiva, em 2015. Entretanto, ao avaliar a Tabela 2, nota-se que apenas 0,83% da massa total coletada, em 2014, era referente aos chamados “secos” (resíduos recicláveis) e o melhor resultado foi evidenciado em 2007, com índice de 1,86%. Assim, mesmo acreditando que a coleta seletiva precedente à UTC é a melhor alternativa ambiental de modelo de gestão de resíduos, percebe-se que a iniciativa ainda necessita de maior envolvimento da população.

Tabela 2: Quantidade de resíduos sólidos gerados no Município de Betim - MG (kg/ano), por tipo de resíduo, de 1997 a 2014

Ano	CS	RC	RSS	RP	RD	Total
1997	-	380.850	245.770	-	26.988.530	27.615.150
1998	-	885.940	258.470	-	35.886.100	37.030.510
1999	-	1.130.765	359.115	1.645.635	39.931.060	43.066.575
2000	319.270	923.700	415.690	687.815	43.857.325	46.203.800
2001	339.200	1.566.525	433.125	2.048.800	43.297.245	47.684.895
2002	280.430	3.128.080	585.665	1.099.030	48.879.985	53.973.190
2003	137.360	3.514.805	465.360	1.703.220	45.961.430	51.782.175
2004	96.120	3.624.040	538.490	1.456.830	47.519.640	53.235.120
2005	148.060	3.381.170	476.540	1.003.280	50.360.590	55.369.640
2006	78.360	3.763.610	463.580	2.521.130	53.413.550	60.240.230
2007	1.222.050	4.773.050	463.500	3.662.840	55.741.650	65.863.090
2008	1.083.560	6.209.930	485.250	3.973.160	59.388.100	71.140.000
2009	-	7.827.220	525.710	2.258.960	64.819.270	75.431.160
2010	-	5.698.750	588.870	707.400	70.027.445	77.022.465
2011	-	-	648.870	802.730	70.545.110	71.996.710
2012	-	-	618.030	-	80.843.100	81.461.130
2013	-	-	591.870	-	82.317.950	82.909.820
2014	685.310	-	603.690	-	80.863.120	82.152.120
Total	4.389.720	46.808.435	8.767.595	23.570.830	1.000.641.200	1.084.177.780

Legenda: CS = Coleta Seletiva; RC = Resíduo Comercial; RSS = Resíduo de Serviço de Saúde; RP = Resíduo Público; RD = Resíduo Doméstico;

Fonte: BETIM, 2015b apud Viasolo Engenharia Ambiental S/A

Relação entre composição gravimétrica e geração de resíduos

A caracterização dos resíduos enquanto sua composição gravimétrica foi fundamentada em dados presentes nos estudos de SEECLA (1994) e BETIM (2015). As subdivisões dos grupos de resíduos foram readequadas de tal forma que fosse possível utilizá-las, sendo um exemplo, o agrupamento dos metais ferrosos e não ferrosos em um grupo denominado “metais”.

A partir dos valores obtidos, foi criado o perfil quantitativo, por grupo no decorrer dos anos de operação do aterro sanitário, considerando somente a geração dos resíduos comerciais, domésticos e de coleta seletiva. Os resíduos públicos e de serviço de saúde foram desconsiderados em função da distinção entre sua composição, uma vez que esses não são recicláveis, assim como os demais grupos citados.

Em virtude da busca por detalhamento, foram definidos dois cenários, o primeiro considerando a composição gravimétrica definida em 1994 e o segundo em 2009 (Tabela 3). Mesmo não havendo grandes variações na composição gravimétrica, exceto nos papéis, optou-se por dois cenários em função desse grupo de resíduo.

Tabela 3: Composição gravimétrica dos RSU de Betim, referente aos anos de 1994 e 2009

Ano	MO	Papéis	Plásticos	Metais	Vidro	Rejeito	Total (%)
1994	47,1	19,3	11,1	3,7	1,3	17,5	100,0
2009	54,5	9,3	11,9	3,2	1,1	20,0	100,0

Legenda: MO – Matéria Orgânica

Fonte: Adaptado de SEECLA, 1994 e BETIM, 2015b

Tempo de vida útil

Para a avaliação do impacto no tempo de vida útil do aterro sanitário do município de Betim, indicou-se a instalação de uma nova UTC no local. A estruturação do fluxo de trabalho da UTC proposta foi baseada em FEAM (2006). O manual prevê como unidades básicas, o galpão de recepção e triagem de lixo, pátio de compostagem, galpão para armazenamento de recicláveis, unidades de apoio (escritório, almoxarifado, instalações sanitárias/vestiários, copa/cozinha, etc). Observam-se processos similares nas usinas de triagem e compostagem brasileiras, sendo o formato predominantemente manual.

Visando a melhoria da eficiência, mas mantendo o viés social, adotou-se na proposta, a adição de componentes tecnológicos ao modelo relativamente tradicional. Seriam instalados os Separadores Magnéticos e de Corrente Eddy, que se incumbiriam de triar metais ferrosos e não ferrosos, respectivamente. A partir dessa ideia de concepção, criou-se o fluxograma presente na Figura 2.

Para quantificação da variação no tempo de operação do aterro sanitário decorrente do projeto proposto, foi calculada a capacidade instalada nas etapas que removem os resíduos recicláveis do restante da massa heterogênea, sendo essas as esteiras de triagem primárias, o Separador Magnético e o Separador de Corrente Eddy. Estas etapas foram utilizadas para determinação da massa a ser processada, consequentemente, responsáveis pelos dimensionamentos das demais operações unitárias.

Para a esteira de triagem primária, foram calculados 60 triadores trabalhando em dois turnos, totalizando 120 funcionários para execução dessa tarefa. Cada um desses empregados segregaria, em média, 300 kg/dia, resultando em um total de 36 toneladas processadas diariamente. Entretanto, parte do resíduo é composto por metais, que seriam removidos no Separador Magnético e de Corrente Eddy. Esse fato, de acordo com a Tabela 3, ampliaria o total triado em 3,70% para o cenário de 1994 e 3,22% para o de 2009, levando aos totais processados de 37,33 e 37,16 toneladas por dia, respectivamente. A Tabela 4 ilustra o potencial instalado da UTC, em toneladas por dia.

Tabela 4: Capacidade instalada da UTC proposta (t/dia)

Cenário	Unidade	MO	Papéis	Plásticos	Metais	Vidro	Rejeito	Total
1994	%	47,10	19,30	11,10	3,70	1,30	17,50	100,00
	t/dia	17,58	7,21	4,14	1,38	0,49	6,53	37,33
2009	%	54,45	9,28	11,90	3,22	1,12	20,03	100,00
	t/dia	20,23	3,45	4,42	1,20	0,42	7,44	37,16

Legenda: MO – Matéria Orgânica

Fonte: Autor

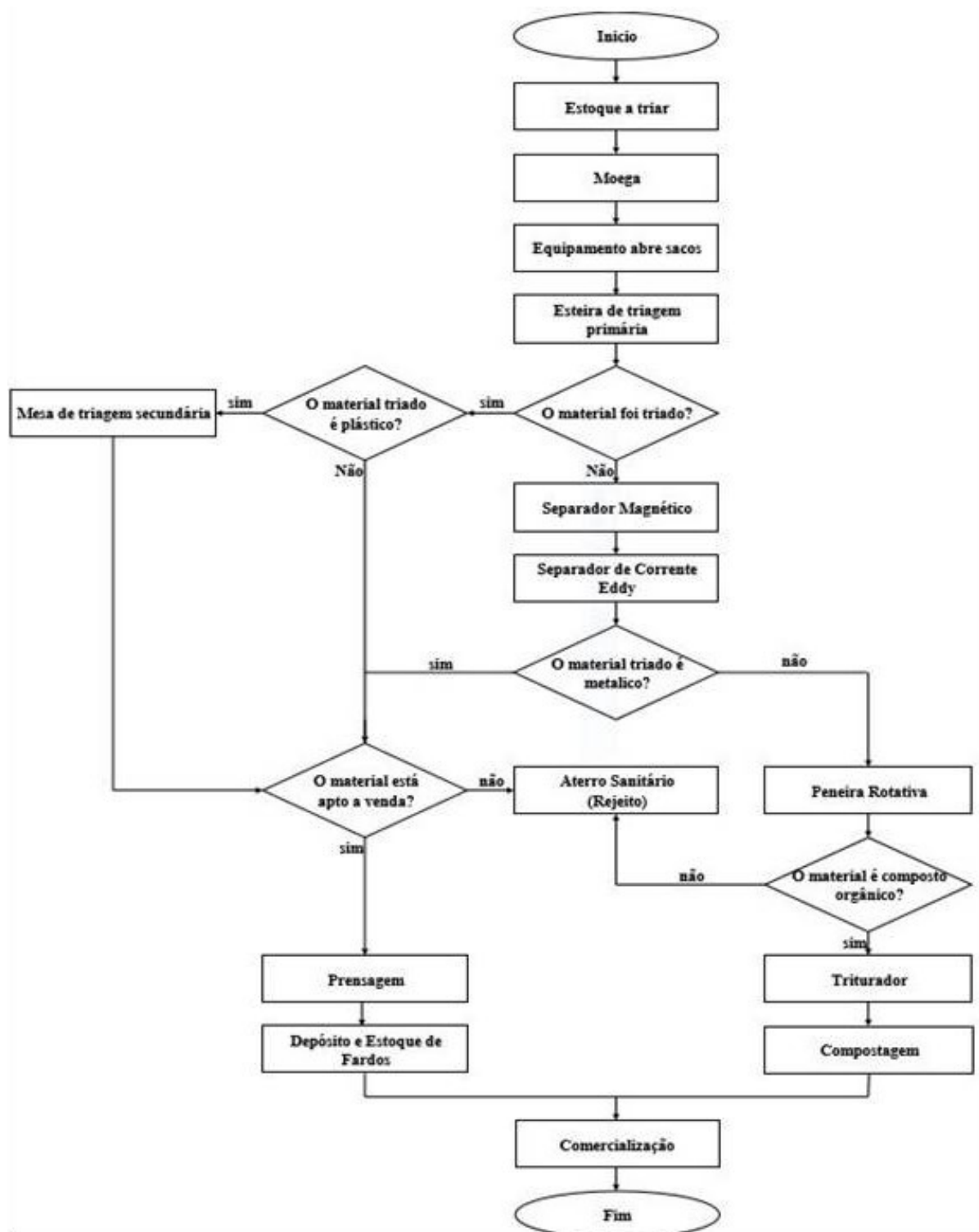


Figura 2: Fluxo de tratamento dos resíduos na usina de triagem e compostagem proposta
Fonte: Autor

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Relação entre composição gravimétrica e geração de resíduos

Segue o perfil quantitativo de geração de resíduos elaborado, por grupo, no decorrer dos anos de operação do aterro sanitário, com base nos resíduos comerciais, domésticos e de coleta seletiva e nos demais dados anteriormente coletados e apresentados (Tabela 5).

Tabela 5: Relação entre a composição gravimétrica e geração de RSU em Betim – MG (t/ano)

Cenário	Ano	MO	Papéis	Plásticos	Metais	Vidro	Rejeito	Total (t)
1994	1997	12.891	5.282	3.038	1.013	356	4.790	27.369
	1998	17.320	7.097	4.082	1.361	478	6.435	36.772
	1999	19.340	7.925	4.558	1.519	534	7.186	41.062
	2000	21.242	8.704	5.006	1.669	586	7.893	45.100
	2001	21.291	8.724	5.018	1.673	588	7.911	45.203
	2002	24.628	10.092	5.804	1.935	680	9.150	52.288
	2003	23.303	9.549	5.492	1.831	643	8.658	49.476
2009	2004	27.848	4.746	6.086	1.647	573	10.244	51.144
	2005	29.262	4.987	6.395	1.730	602	10.764	53.742
	2006	31.133	5.306	6.804	1.841	640	11.453	57.177
	2007	32.950	5.616	7.201	1.949	678	12.121	60.515
	2008	35.718	6.087	7.806	2.112	735	13.139	65.598
	2009	39.556	6.742	8.645	2.339	814	14.551	72.646
	2010	41.233	7.027	9.011	2.438	848	15.168	75.726
	2011	38.412	6.547	8.395	2.272	790	14.130	70.545
	Total	416.127	104.432	93.341	27.327	9.544	153.593	804.364

Fonte: Adaptado de BETIM, 2015 apud Viasolo Engenharia Ambiental S/A

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4, observa-se que não houve grandes variações entre os cenários de composição gravimétrica apresentados, exceto para os papéis, sendo em função disso, a opção da adoção de dois cenários.

Tempo de vida útil

A capacidade instalada da UTC proposta neste trabalho, considerando 20% de perda na triagem e compostagem (t/dia), é apresentada na Tabela 6.

A partir dos dados da Tabela 6, o percentual de redução dos resíduos sólidos aterrados na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos Betim devido à adoção da UTC proposta pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 6: Capacidade instalada da UTC proposta considerando 20% de perda na triagem e compostagem (t/dia)

Cenário	Unidade	MO	Papéis	Plásticos	Metais	Vidro	Rejeito	Total
1994	%	37,68	15,44	8,88	2,96	1,04	34,00	100,00
	t/dia	14,07	5,76	3,32	1,11	0,39	12,69	37,33
2009	%	43,56	7,42	9,52	2,58	0,90	36,02	100,00
	t/dia	16,19	2,76	3,54	0,96	0,33	13,39	37,16

Legenda: MO – Matéria Orgânica

Fonte: Autor

Tabela 7: Percentual de redução dos resíduos sólidos aterrados na CTRS Betim, devido à adoção da UTC proposta

Cenário	Ano	Total Gerado (t/ano)	Triado e com. (t/ano)	Total Aterrado (t/ano)	Percentual de redução (%)
1994	1997	27.615,15	7.687,41	19.927,74	27,84%
	1998	37.030,51	7.687,41	29.343,10	20,76%
	1999	43.066,58	7.687,41	35.379,17	17,85%
	2000	46.203,80	7.687,41	38.516,39	16,64%
	2001	47.684,90	7.687,41	39.997,49	16,12%
	2002	53.973,19	7.687,41	46.285,78	14,24%
	2003	51.644,82	7.687,41	43.957,41	14,89%
2009	2004	53.139,00	7.417,17	45.721,83	13,96%
	2005	55.221,58	7.417,17	47.804,41	13,43%
	2006	60.161,87	7.417,17	52.744,70	12,33%
	2007	64.641,04	7.417,17	57.223,87	11,47%
	2008	70.056,44	7.417,17	62.639,27	10,59%
	2009	75.431,16	7.417,17	68.013,99	9,83%
	2010	77.022,47	7.417,17	69.605,30	9,63%
	2011	71.996,71	7.417,17	64.579,54	10,30%
	Total	834.889,20	113.149,17	721.740,03	13,55%

Fonte: Autor

O potencial de processamento da UTC proposta não atenderia integralmente à demanda de Betim, mas superaria a capacidade da unidade real, além de produzir menor quantidade de rejeito. Considerando 20% de perdas em virtude da contaminação dos recicláveis e por falhas na segregação dos resíduos conforme recomendado por Abreu et al. (2008), o índice de rejeitos da planta estaria em torno de 35% (Tabela 6).

Utilizando-se os valores totais dos materiais recicláveis nos dois cenários presentes na Tabela 4, foi possível calcular que a UTC seria capaz de triar 7687,41 t/ano, no cenário de 1994, e 7417,17 t/ano, no cenário de 2009. A partir desses valores, calculou-se o percentual de redução anual e total de resíduos aterrados na CTRS Betim, assim como registrado na Tabela 7.

Caso tivesse sido adotada a proposta sugerida nesse trabalho durante todos os 15 anos de operação, a CTRS de Betim teria deixado de aterrar cerca de 113.149,17 toneladas de resíduos, valor que corresponderia a 13,55% do total disposto. Utilizando esses resultados, calculou-se o tempo acrescido na vida útil do empreendimento, através da relação entre o total de resíduos deixados de ser aterrados, os gerados após 2011.

Sendo assim, o tempo de vida útil acrescido, a partir da adoção da proposta seria de 1 ano, 4 meses e 21 dias, valor considerado alto, tendo em vista o perfil de UTC proposta e o volume total tratado pela mesma de 113.149,17 toneladas. Analisando o volume segregado, adotando o peso específico de 139,90 kg/m³ do resíduo sem compactação, seria registrada redução de 808.786,06 m³, valor equivalente a cerca de 323 piscinas olímpicas cheias.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As considerações finais dessa pesquisa foram baseadas nas informações apresentadas ao decorrer do trabalho, especialmente nos resultados obtidos a partir de sua compilação.

Dentre as alternativas disponíveis para melhoria dos indicadores sanitários do município está a adoção de UTC. Os resultados apresentaram ganhos significativos, visto o volume que deixaria de ser aterrado. Também foi possível quantificar o acréscimo no tempo de vida útil, dado pouco discutido na literatura, além de servir de subsídio para projetos futuros.

Entende-se que aterros sanitários que forem construídos considerando unidades de triagem e compostagem em seus dimensionamentos tendem a apresentar maiores períodos de operação, como observado nessa pesquisa. Em decorrência da ampliação do tempo de vida útil, gera-se benefícios ambientais, devido a redução da necessidade de novos terrenos e pela reincorporação de materiais recicláveis no processo produtivo.

Avaliações relativas aos custos são importantes, pois subsidiam tomadas de decisões, não só custos financeiros, mas também sociais e ambientais. Outra avaliação de custo a ser feita é relativa a aterros sanitários particulares, que são beneficiados economicamente com a ampliação da vida útil, pois permite que estes empreendimentos recebam maior volume de resíduos no decorrer dos seus anos de operação, possibilitando ampliação de sua receita.

Recomenda-se que mais trabalhos similares sejam desenvolvidos em outros locais a fim de destacar a importância da adoção de unidades de triagem e compostagem e, conseqüentemente a geração de benefícios ambientais e sociais para municípios. Além disso, demonstrar a possibilidade de autossuficiência das mesmas, permitindo maior interesse por parte dos municípios e da iniciativa privada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AAS Engenharia Ambiental; Relatório de Avaliação de Desempenho Ambiental – RADA; Betim: Prefeitura Municipal de Betim; 2009; 199 p.;
2. ABREU, M. F. (Org.). Coleta seletiva com inclusão social: em municípios, empresas, instituições, condomínios e escolas. Belo Horizonte: CREA-MG, 2008.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE IMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2020. 2021.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 71 p.
5. BETIM, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim, 2015, Betim. Disponível em <[http://www.betim.mg.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Plano%20Municipal%20de%20Betim%20-%20Revis%C3%A3o%20-%202015.09.15%20\(1\)%20\(1\);;20151104.pdf](http://www.betim.mg.gov.br/ARQUIVOS_ANEXO/Plano%20Municipal%20de%20Betim%20-%20Revis%C3%A3o%20-%202015.09.15%20(1)%20(1);;20151104.pdf)> Acesso em: 08 abr. 2016.
6. BETIM, Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Betim, Betim, Minas Gerais, Prefeitura Municipal de Betim. 2010;
7. BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/12305.htm>. Acesso em: 19 out. 2022.
8. FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE - FEAM. Orientações Básicas para Operação de Usina de Triagem e Compostagem de Lixo. Belo Horizonte: FEAM, 2006. 52 p.
9. SEEBLA ENGENHARIA. Estudo de Impacto Ambiental, 1994, Prefeitura Municipal de Betim, Betim, 1994.