



**CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA**

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE E SUA PERSPECTIVA FRENTE À POLÍTICA
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Camila Moreira de Assis

**Belo Horizonte
2023**

Camila Moreira de Assis

**AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE E SUA PERSPECTIVA FRENTE À POLÍTICA
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Ambiental e Sanitarista

Orientadora: Prof^ª. Dra. Gisele Vidal Vimieiro

Belo Horizonte

2023

CAMILA MOREIRA DE ASSIS

AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO
MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE E SUA PERSPECTIVA FRENTE À POLÍTICA
NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

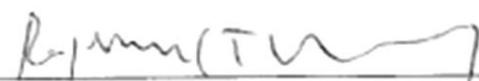
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Centro Federal de Educação Tecnológica de
Minas Gerais como requisito parcial para
obtenção de título de Engenheira Ambiental e
Sanitarista.

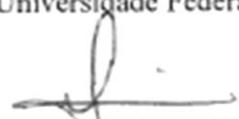
Orientadora: Prof.^a Dr.^a Gisele Vidal Vimieiro

Data de aprovação: 20 / 11 / 2023

Banca examinadora:


Gisele Vidal Vimieiro
Prof.^a Dra. – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais


Raphael Tobias de Vasconcelos Barros
Prof. Dr. – Universidade Federal de Minas Gerais


Daniel Brianezi
Prof. Dr. – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por me guiar e me dar forças para seguir em frente.

Ao meu marido, Eduardo, pela companhia nos estudos, orientações e muita ajuda.

À minha filha, Cecília, pela compreensão e carinho e por entender que eu precisava estar ausente em vários momentos. Ela é a minha maior motivação para não desistir.

Também agradeço aos meus pais por me darem uma boa educação e base de estudos para chegar até aqui, além das minhas irmãs, pela amizade e torcida.

À minha orientadora, professora Gisele, pela confiança e apoio.

E, também, a todos os professores do CEFET com quem eu tive a oportunidade de aprender e avançar na minha formação.

Aos membros da banca avaliadora, professores Daniel Brianezi e Raphael Tobias, pela disponibilidade e contribuição na conclusão do meu TCC.

Por fim, aos amigos de CEFET, em especial ao Nicolás, que fiz ao longo deste tempo de curso que, mesmo com a diferença de idade, me ensinaram várias coisas, me ajudaram a ver a vida com outros olhos e me permitiram ser uma pessoa melhor.

RESUMO

DE ASSIS, CAMILA MOREIRA. **Avaliação do Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos no Município de Belo Horizonte e sua Perspectiva frente à Política Nacional de Resíduos Sólidos**. 2023. 104. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Mesmo com arcabouço legal robusto e após mais de 1 década da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ainda se observa disposição irregular dos resíduos sólidos (RS), má qualidade dos serviços e baixos índices de cobertura e investimento na coleta seletiva. Belo Horizonte (BH), com seus mais de 2.200.000 habitantes, gera em torno de 1,19 kg/hab./dia de RS, sendo a gestão feita por uma autarquia, desde 1973, a SLU. Como toda grande metrópole, BH tem os seus problemas urbanos potencializados e sobre os RS não seria diferente: baixa cobertura da coleta seletiva, uso de aterro privado, adensamento populacional variado, relevo acidentado e pavimentação irregular são uns dos desafios na gestão municipal. Com isto, este trabalho teve como objetivo avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (GRSU) em BH sob a perspectiva de alguns princípios e instrumentos da PNRS. Desta forma, a metodologia foi dividida em 3 principais ações. Primeiramente, foi coletada uma série histórica de 14 anos de relatórios anuais de limpeza urbana publicados pela SLU (de 2009 a 2022), permitindo a montagem de um banco de dados, de forma que o intervalo de tempo fosse coincidente com a data de antes (2009) e após a publicação da PNRS (2010 a 2022). Os dados foram extraídos e trabalhados, permitindo caracterizar e traçar um comparativo histórico das principais variáveis, para o respectivo ano analisado e ao longo do período de 14 anos. Em seguida, foi adotado um grupo de indicadores que compõem um índice para avaliação do sistema. O Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA), de Mendez (2017), é a versão atualizada do Índice de Condição de Gestão de Resíduos (ICGR) e é composto por 62 indicadores de desempenho, sendo que 40 avaliam o sistema integrado de gestão, como características do sistema, planejamento e condições operacionais, e 22 indicadores avaliam o alinhamento da gestão à PNRS e à evolução do manejo de RS considerando as novas tecnologias. E por último, realizou-se uma discussão apontando a aplicação e lacunas dos principais instrumentos e princípios que norteiam a PNRS no GRSU em BH. Os resultados

mostraram um arcabouço legal robusto do planejamento e organização do GRSU em BH, como a criação do Plano Municipal de Gestão Integrada de RS, uma boa avaliação do índice de adequabilidade do sistema, as altas taxas de cobertura de coleta convencional e o uso de aterro sanitário. Entretanto, o município ainda se mostra carente quando se avalia as iniciativas de coleta seletiva, as estratégias para a inclusão mais efetiva dos catadores e para a redução do montante de resíduos aterrados. Os indicadores adotados permitiram uma avaliação mais ampla do sistema, além de reforçar sua importância e paralelo com a PNRS. Por fim, o uso integrado de abordagens (Relatórios da SLU, ICGRA e Princípios/Instrumentos da PNRS), para a avaliação do GRSU em BH, permitiu alcançar um panorama mais amplo sobre o sistema, uma vez que conjugou e confirmou cenários, reduzindo possíveis falhas de interpretações que seriam mascaradas por dados exclusivamente quantitativos e/ou excessivamente tendenciosos.

Palavras-chave: Capital mineira. Gestão de Resíduos Sólidos. Indicadores. Instrumentos. Princípios.

ABSTRACT

DE ASSIS, CAMILA MOREIRA. **Evaluation of Urban Solid Waste Management in the city of Belo Horizonte and its Perspective on the National Solid Waste Policy**. 2023. 104. Undergraduate thesis (Environmental and Sanitary Engineering) - Department of Environmental Science and Technology, Federal Center of Technological Education of Minas Gerais, Belo Horizonte, 2023.

Even with a robust legal framework and more than a decade after the publication of the National Solid Waste Policy (NSWP), there is still irregular disposal of solid waste (SW), poor quality of services and low levels of coverage and investment in selective collection. Belo Horizonte (BH), with its more than 2,200,000 inhabitants, generates around 1.19 kg/inhabitant/day of SW, which has been managed by an autarchy since 1973, SLU. Like any large metropolis, BH has its own potential urban problems and SW is no different: low coverage of selective collection, use of private landfills, varied population density, rugged terrain and uneven paving are some of the challenges facing municipal management. With this in mind, the aim of this study was to evaluate the management of municipal solid waste (MMSW) in Belo Horizonte from the perspective of some of the principles and instruments of the NSWP. The methodology was divided into 3 main actions. Firstly, a 14-year historical series of annual urban cleaning reports published by SLU was collected (from 2009 to 2022), allowing a database to be assembled so that the time interval coincided with the date before (2009) and after the publication of the NSWP (2010 to 2022). The data was extracted and processed, making it possible to characterize and draw a historical comparison of the main variables, for the respective year analyzed and over the 14-year period. A group of indicators was then adopted to make up an index for evaluating the system. The Updated Waste Management Condition Index (UWMCI), by Mendez (2017), is the updated version of the Waste Management Condition Index (WMCI) and is made up of 62 performance indicators, of which 40 assess the integrated management system, such as system characteristics, planning and operating conditions, and 22 indicators assess the alignment of management with the NSWP and the evolution of waste management considering new technologies. Finally, a discussion was held on the application and gaps in the main instruments and principles that guide the NSWP in MMSW in BH. The results showed a robust legal framework for planning and organizing MMSW in Belo Horizonte, such as the creation

of the Municipal Plan for Integrated Waste Management, a good assessment of the system's adequacy index, high coverage rates for conventional collection and the use of landfills. However, the municipality is still lacking when it comes to evaluating selective collection initiatives, strategies for the more effective inclusion of waste pickers and for reducing the amount of landfilled waste. The indicators adopted allowed for a broader assessment of the system, as well as reinforcing its importance and parallel with the NSWP. Finally, the integrated use of approaches (SLU Reports, UWMCI and NSWP Principles/Instruments) for the evaluation of MMSW in BH allowed for a broader overview of the system, since it combined and confirmed scenarios, reducing possible misinterpretations that would be masked by exclusively quantitative and/or excessively biased data.

Keywords: Capital of Minas Gerais. Solid waste management. Indicators. Instruments. Principles.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Pirâmide da hierarquia de gestão e prioridade para os resíduos sólidos.....	20
Figura 3.2 - Panorama da perspectiva cronológica, orçamentária e de ações referentes à logística reversa no Brasil.....	30
Figura 4.1 - Regionais e respectivos bairros do município de Belo Horizonte.....	36
Figura 4.2 - Planilha do ICGRA, com os 40 indicadores originais do ICGR.....	40
Figura 4.3 - Planilha do ICGRA, com os 22 indicadores acrescidos.....	41
Figura 5.1 - Panorama de cobertura do serviços de coleta convencional de resíduos sólidos da população residente em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022.....	49
Figura 5.2 – Ponto verde de coleta seletiva localizado no município de Belo Horizonte.....	53
Figura 5.3 - Quantidade de resíduos orgânico e inerte enviado para compostagem e reciclagem, respectivamente, em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022.....	55
Figura 5.4 – URPV’s localizadas em 2 regionais distintas de Belo Horizonte.....	61
Figura 5.5 – Serviço de Varrição (esquerda) e de Capina/Roçada realizados ao longo dos logradouros do município de Belo Horizonte (direita).....	71
Figura 5.6 – CTRS da BR 040 (esquerda) e sua antiga Usina de Biogás (direita).....	77
Figura 5.7 – Pátio de Compostagem e URP localizados na CTRS da BR 040 em BH.....	77
Figura 5.8 – Vista aérea da CTR de Macaúbas (esquerda), no município de Sabará, e da Estação de Reciclagem de Entulho (direita), na CTRS da BR 040.....	78
Figura 5.9 - Disposição de resíduos sólidos em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos em Belo Horizonte.....	47
Tabela 5.2 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Domiciliares e da Coleta Seletiva.....	57
Tabela 5.3 - Lacunas e Desafios para a gestão dos RCCV em Belo Horizonte.....	64
Tabela 5.4 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos Especiais.....	67
Tabela 5.5 - Valores dos serviços de limpeza pública no município de Belo Horizonte.....	69
Tabela 5.6 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos Públicos em BH.....	71
Tabela 5.7 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos com características domésticas para os grandes gerados em Belo Horizonte.....	74
Tabela 5.8 - Planilha do ICGRA, com os 40 indicadores originais do ICGR para BH.....	82
Tabela 5.9 - Planilha do ICGRA, com os 22 indicadores acrescidos e preenchidos para BH....	84
Tabela 5.10 – Resumo da pontuação referente ao ICGR e ICGRA calculados para o município de Belo Horizonte.....	85
Tabela 5.11 – Correlação entre os princípios e instrumentos da PNRS, os indicadores do ICGRA e o panorama do gerenciamento de resíduos sólidos em BH.....	87
Tabela 5.12 – Frequência de ocorrência dos indicadores do ICGR e ICGRA em função dos princípios e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	91

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ATT	Área de triagem e transbordo
BH	Belo Horizonte
COMAM	Conselho Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte
CMRR	Centro Mineiro de Referência em Resíduos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
CTRS	Central de Tratamento de Resíduos Sólidos
ERE	Estações de Reciclagem de Entulho
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
GERLUs	Gerências Regionais de Limpeza Urbana
GIRS	Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos
GRSU	Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos
ICGR	Índice de Condição de Gestão de Resíduos
ICGRA	Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado
LEVs	Locais de Entrega Voluntária
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
PECS	Plano Estadual de Coleta Seletiva
PERS	Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais
PESRS	Plano Estadual de Resíduos Sólidos

PESRS-MG	Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais
PGRSE	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais
PLAMBEL	Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMGIRS-BH	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte
PMPV	Papel, metal, plástico e vidro. Relativo a coleta seletiva de materiais recicláveis
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RCCV	Resíduos de Construção Civil e Volumosos
RDO	Resíduos Sólidos Domiciliares
RPO	Resíduos de poda de árvores
RPU	Resíduos sólidos públicos
RS	Resíduos Sólidos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais
SLU	Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte
URBEL	Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte
URP	Unidade de Recebimento de Pneus
URPV	Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	Objetivo Geral	18
2.2	Objetivos Específicos	18
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1	O Gerenciamento de resíduos sólidos	19
3.1.1	<i>O Panorama do Gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil</i>	21
3.1.2	<i>O Panorama do Gerenciamento de resíduos sólidos em Minas Gerais</i>	23
3.2	A Política Nacional de Resíduos Sólidos	26
3.3	Indicadores e a sua aplicabilidade ambiental	32
4	METODOLOGIA	35
4.1	Área de Estudo	35
4.2	Base de dados e Análise	38
4.2.1	<i>Descrição do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte</i>	38
4.2.2	<i>Avaliação da adequabilidade do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte</i>	39
4.2.3	<i>Apresentação dos principais instrumentos e princípios que compõem a PNRS e a aplicação destes no Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte</i>	42

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1	O GRSU no município de Belo Horizonte	43
5.1.1	<i>Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos</i>	45
5.1.2	<i>Serviços de limpeza urbana em Belo Horizonte</i>	48
a)	<i>Coleta Domiciliar</i>	48
b)	<i>Coleta Seletiva de resíduos inertes e orgânicos</i>	51
c)	<i>Coleta de Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV)</i>	58
d)	<i>Coleta de Resíduos Sólidos Especiais</i>	64
e)	<i>Serviços de limpeza pública</i>	67
f)	<i>Coleta de Resíduos com Característica Domiciliar de Grandes Geradores</i>	72
g)	<i>Tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos</i>	74
5.2	Avaliação da adequabilidade do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte	81
5.3	Apresentação dos principais instrumentos e princípios que compõem a PNRS e a aplicação destes no Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte	87
6	CONCLUSÃO	94
7	RECOMENDAÇÕES	95
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
	APÊNDICE	102
	Apêndice A	102

1 INTRODUÇÃO

A temática dos resíduos sólidos (RS) não é atual, mas continua sendo um grande desafio para os gestores públicos, em especial os municipais, que precisam diariamente lidar com volumes significativos de material que é descartado. Não obstante o montante gerado, também é necessário considerar as características e os riscos inerentes a cada classe de resíduo, exigindo um planejamento mais amplo e específico a depender do material que será gerenciado.

O Brasil vem, desde a década de 1980, com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) – Lei nº 6938/1981 –, abordando tecnicamente os resíduos sólidos e definindo aspectos legais para que o controle, fiscalização e gestão deste material ocorram da melhor forma possível. Deste modo, destacam-se as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), Deliberações de Conselhos Estaduais, como o Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais (COPAM), dentre outras leis que compõem a temática.

Mesmo com um arcabouço legal robusto, o Brasil, e não apontando de forma exclusiva os grandes centros urbanos, enfrenta os problemas advindos da gestão inadequada dos resíduos sólidos. Destaca-se a problemática socioambiental e econômica observada: como as condições em que trabalham os catadores de materiais recicláveis; os riscos para a saúde pública inerentes ao material descartado de forma irregular; e o montante de recursos despendidos para a destinação final do volume de resíduos que é gerado diariamente.

Conforme o Panorama da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), mesmo passados 13 anos da publicação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em agosto de 2010, quase 40% dos municípios brasileiros ainda dispõem seus RS irregularmente (ABRELPE, 2022). Ainda segundo a ABRELPE (2022), cada brasileiro gera, em média, por dia, mais de 1 kg de resíduo sólido.

Além disso, os baixos índices de cobertura, a má qualidade dos serviços prestados e o baixo investimento na coleta seletiva são indicadores que demonstram os desafios para a implantação dos princípios e instrumentos que norteiam a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

O município de Belo Horizonte (BH), com seus mais de 2.200.000 habitantes (IBGE, 2022), distribuídos em uma área territorial de 331,354km², gera, diariamente, em torno de 1,19 kg/hab./dia de resíduos sólidos urbanos (RSU) (MAGALHÃES; LEITE; SANTOS, 2021). A Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte (SLU) é a autarquia municipal responsável pela elaboração, controle e execução de programas e atividades voltados para a limpeza urbana no município. Criada em 1973, ela presta serviços de coleta domiciliar de resíduos sólidos, varrição, capina e poda, disposição, coleta seletiva, reciclagem de entulho, compostagem, entre outros serviços associados à limpeza urbana no município (SLU, 2023).

Desta forma, diante deste cenário desafiador, esta pesquisa se justifica pela necessidade de entender como se deu a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte, ao longo de 14 anos, isto é, 1 ano antes (2009) da promulgação da PNRS e 13 anos após a sua publicação (2010 a 2022), descrevendo os principais serviços que o compõem. Além disso, entender o grau de adequabilidade do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (GRSU) em Belo Horizonte e avaliar a aplicabilidade de alguns princípios e instrumentos, que norteiam a Política Nacional de Resíduos Sólidos, sob a perspectiva dessa, ajudaram na análise do processo.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Belo Horizonte sob a perspectiva de alguns princípios e instrumentos que norteiam a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

2.2 Objetivos Específicos

- Descrever o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Belo Horizonte ao longo de 14 anos (2009 a 2022), de modo a permitir uma análise temporal com a promulgação da Política Nacional de Resíduos Sólidos;
- Avaliar a adequabilidade do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município de Belo Horizonte a partir da aplicação de um Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA); e
- Apresentar os principais instrumentos e princípios que compõem a Política Nacional de Resíduos Sólidos, analisando a aplicação destes no panorama de gerenciamento de resíduos sólidos urbanos observado para o município de Belo Horizonte.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 O Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Segundo a PNRS, de BRASIL (2010):

RS é todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis na melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Estes podem ser classificados segundo a sua origem, como, por exemplo, domiciliar, de saúde e industrial; conforme as características de periculosidade definidas na NBR 10.004/2004 (Classe I: Perigosos, Classe II-A: Não perigosos não inertes e Classe II-B Não perigosos inertes); além de outras metodologias de classificação como grau de degradabilidade, tratabilidade, economia, aspecto sanitário, dentre outros aspectos, conforme descrito por Barros (2012). Além disso, os resíduos sólidos também podem ser caracterizados conforme alguns aspectos principais como poder calorífico, grau de compactação, densidade, teor de umidade e outros, completa Barros (2012).

Já os rejeitos são definidos como resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada, finaliza BRASIL (2010).

A PNRS também define o gerenciamento de resíduos sólidos como

o conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei (BRASIL, 2010).

Barros (2012) preconiza que a “gestão sustentável e integrada dos RSU municipais, como os de BH, é imprescindível para obter e manter uma boa qualidade de vida de uma comunidade, principalmente nas áreas urbanas, em que a concentração populacional segue aumentando”.

A problemática dos resíduos tem que ser analisada de forma mais abrangente que a mera solução tecnológica (e fundamentalmente operacional), de modo geral concentrada na disposição final: é preciso também analisar a montante da produção dos resíduos sólidos, questionando os mecanismos que levam a ela e as suas possíveis consequências (BARROS, 2012).

Desta forma, além de considerar as principais características dos resíduos sólidos, o Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (GIRS) também deve priorizar as etapas conforme o fluxo de materiais e energia deste sistema. Ou seja, atividades que não geram, ou geram pouca, valorização socioeconômica e ambiental deste material devem obter (ou deveriam obter) menores investimentos. Com isto, a Figura 3.1 ilustra a pirâmide da hierarquia de gestão e prioridades para os resíduos sólidos.

Figura 3.1 - Pirâmide da hierarquia de gestão e prioridade para os resíduos sólidos



Fonte: Giovanni (2022)

Entretanto, não é o que se observa no dia a dia: etapas finais do processo, como a disposição dos RS, acabam sendo a principal, se não a única, alternativa adotada pelos municípios.

Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas, os custos das etapas de viabilização de um aterro de grande porte, que recebe 2 mil toneladas/dia de RS, para uma população em torno de 2,5 milhões de habitantes, como é o caso de Belo Horizonte, ao longo de 42 anos do seu ciclo de vida, é próximo dos R\$ 526 milhões (CAMPOS; SIMONSEN; SANDRONI, 2019). Com isto, a “hierarquia das operações de gestão de resíduos deveria constituir o princípio geral da política de prevenção e gestão de resíduos e obedecer às seguintes prioridades: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos”, conforme define o Art. 9º da PNRS (BRASIL, 2010).

3.1.1 O Panorama do Gerenciamento de resíduos sólidos no Brasil

No Brasil, em 2022, foram geradas um total de aproximadamente 81,8 milhões toneladas de resíduos sólidos urbanos, o que corresponde a 224 mil toneladas diárias. Com isso, cada brasileiro produziu, em média, 1,043 kg de resíduos por dia (ABRELPE, 2022).

Observa-se que o montante de RSU gerados em 2022 apresentou uma curva regressiva quando comparado ao período de maior isolamento social (pandemia da Covid-19 nos anos de 2020 e 2021). As possíveis razões podem estar relacionadas às novas dinâmicas sociais, com a retomada das atividades nas empresas, escolas e comércio, com a menor utilização dos serviços de *delivery* e por conta da variação no poder de compra de parte da população (ABRELPE, 2022).

Regionalmente e semelhante aos anos anteriores, a região com maior geração de RS continua sendo a Sudeste, com cerca de 111 mil toneladas diárias (aproximadamente 50% da geração do país), sendo uma média *per capita* anual de 450 kg/hab./ano e um total de um pouco mais de 40 milhões de toneladas/ano. Enquanto isto, o Centro-Oeste representa pouco mais de 7% do total gerado, com cerca de 6 milhões de toneladas/ano, a menor dentre as regiões. Em termos de geração diária por habitante, as variações regionais mostram-se bastante latentes, com o Sudeste apresentando uma geração média de 1,234 kg/hab./dia, a maior do país e, na outra ponta, a região Sul com uma média de 0,776 kg/hab./dia, completa ABRELPE (2022).

Com relação à coleta de RSU, em 2022, o país registrou um total de 76,1 milhões de toneladas coletadas, levando a uma cobertura média do serviço de coleta de 93% (ABRELPE, 2022).

Importante ressaltar que, conforme já verificado nos panoramas anteriores, enquanto as regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste já alcançaram índice de cobertura de coleta superior à média nacional, as regiões Norte e Nordeste ainda apresentam índices que se aproximam de 83%, deixando boa parte da população sem acesso aos serviços de coleta regular de RSU nessas regiões. Na região Sudeste, coletou-se 40.072.190 toneladas de RSU no ano de 2022, correspondendo a 98,6% do total gerado e a 1,217 kg/hab./dia, conforme ABRELPE (2022).

No Brasil, a maior parte dos RSU coletados (61%) é encaminhada para aterros sanitários, ou seja, foram enviadas 46,4 milhões de toneladas para disposição ambientalmente adequada, em 2022. Por outro lado, áreas de disposição inadequada, incluindo lixões, aterros controlados e áreas não licenciadas, ainda seguem em operação em todas as regiões do país e receberam 39% do total de resíduos coletados, alcançando um total de 29,7 milhões de toneladas dispostas de forma irregular. As regiões sul e sudeste são as que concentram os principais percentuais de disposição adequada dos resíduos sólidos, sendo 71,6% e 74,3% respectivamente.

Em relação à coleta seletiva, os dados são de 2021 e apontam que 4183 municípios brasileiros (ou seja, 75,1%) apresentam alguma iniciativa. Embora haja um aumento, quando comparado ao ano anterior, o Panorama da ABRELPE chama a atenção de que, em muitos municípios, não é possível considerar a amplitude das atividades de coleta seletiva, uma vez que estas ainda não abrangem a totalidade da população, podendo ser consideradas ações pontuais, como é o caso de Belo Horizonte. “As regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os maiores percentuais de municípios com iniciativa de coleta seletiva, com mais de 90% dos municípios com alguma iniciativa nesse sentido”. Já a região Centro-oeste ainda possui quase metade dos seus municípios (48,6%) sem nenhuma iniciativa de coleta seletiva (ABRELPE, 2022).

Por fim, para os dados de resíduos de construção civil (RCC), foram coletadas mais de 48 milhões de toneladas no ano de 2021, representando um aumento de 2,9% em relação a 2020. Deste valor, tem-se que a relação *per capita* anual é 227 kg/hab./ano, montante que equivale, em alguns casos, ao volume que é disposto de forma irregular em vias e logradouros públicos. A região Sudeste é responsável por um pouco mais de 50% dos RCC coletados no Brasil e a região Centro-Oeste é a que possui o maior valor *per capita* anual, 323 kg por habitante/ano (ABRELPE, 2022). Deste montante, parte é direcionada para a reciclagem, outra é usada como

material de cobertura em aterros e o restante vai para depósitos e aterros de inertes, em que o processo de legalização ambiental vai depender da área avaliada.

3.1.2 O Panorama do Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Minas Gerais

A PNRS definiu, em seu artigo 14, inciso II, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PESRS), como um dos cinco outros tipos de planos de resíduos sólidos, qualificados como instrumentos para implementação e execução da PNRS (FEAM, 2023b).

No art. 16, estabelece o PESRS como condição para que os estados tenham acesso a recursos da união, ou a recursos por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à gestão de RS, ou ainda para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento. Assim, o Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PESRS-MG) visa a estabelecer diretrizes, estratégias e metas para aprimoramento contínuo da gestão de RS no estado (FEAM, 2023b).

Desde a concepção inicial, o PESRS-MG previu contemplar o conteúdo mínimo e as diretrizes exaradas pela PNRS:

definindo metas e ações para coleta seletiva, estímulo à comercialização de materiais recicláveis, identificação dos principais fluxos de resíduos no Estado de Minas Gerais, seus impactos socioeconômicos e ambientais, inclusão socioprodutiva de catadores, consorciamento intermunicipal, aproveitamento energético de resíduos, adoção de sistemas ambientalmente adequados para disposição final de rejeitos, além de recuperação de antigas áreas de lixões, dentre outras iniciativas necessárias para possibilitar a melhor gestão dos resíduos e rejeitos no território (FEAM, 2023b).

Em 2022, foi firmado um acordo de cooperação com a ABRELPE e o Estado de Minas Gerais, para a elaboração do PESRS-MG que está prevista para ser finalizada em 2024. Será realizado:

a consolidação das ações de gestão atualmente adotadas, a proposição de cenários e estabelecimento de metas, além de diretrizes, estratégias, programas, projetos e ações, como também a definição de formas de monitoramento quanto à geração, armazenamento, transporte e destinação final, que permitam o aprimoramento da

gestão ambiental de resíduos sólidos em Minas Gerais, com a participação da sociedade em seu processo de elaboração (FEAM, 2023b).

Segundo a SEMAD (2022), o Estado de Minas Gerais vem irradiando suas informações, projetos e parcerias através do Centro Mineiro de Referência em Resíduos (CMRR) que é coordenado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais (SEMAD), a partir das diretrizes do Decreto N° 47.787, de 13/12/2019.

O CMRR é uma iniciativa do Governo de Minas, por meio da SEMAD e da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), em parceria com o Serviço Voluntário de Assistência Social. Inédito no país, trata-se de um centro irradiador de conhecimentos, experiências e capacitação técnica que foi criado em resposta à necessidade de um novo modelo de gestão integrada de resíduos, estimulando uma nova cultura de valores e atitudes ambientalmente corretas dos setores público e privado, terceiro setor, comunidade acadêmica e sociedade civil (FEAM, 2023a).

A principal finalidade é estimular a reflexão e a ação da cidadania para os desafios da gestão integrada de resíduos.

O objetivo é promover a articulação entre os setores público e privado, terceiro setor, comunidade acadêmica e sociedade civil por alternativas para transformar RS em oportunidades de trabalho, renda e preservação dos recursos (SEMAD, 2022).

Muito antes, Minas Gerais já desenvolvia iniciativas com o objetivo de melhorar a gestão dos RS, no âmbito dos municípios mineiros, através de programas e ações relacionados à adequação da disposição final do material e do estímulo e do financiamento de ações em prol da coleta seletiva e compostagem de resíduos orgânicos (como as Unidades de Triagem e Compostagem). Uma destas iniciativas é o Programa Minas sem Lixões que foi criado pela FEAM, em agosto de 2003, com o objetivo de apoiar os municípios mineiros na melhoria da destinação dos resíduos sólidos urbanos. O Programa Minas sem Lixões buscou levar conhecimento e informação aos atores envolvidos na área, no intuito de contribuir para minimizar a poluição do solo, das águas e do ar, além da proliferação de vetores de doenças (FEAM, 2023a).

No intuito de iniciar aplicação de metodologia de gestão de RSU calcada na representatividade populacional urbana dos 853 municípios mineiros, em dezembro

de 2001, foi aprovada a DN COPAM N° 52/2021. Essa norma definiu prazo para que as administrações municipais adotassem requisitos mínimos que pudessem mitigar impactos causados pelos lixões e, de forma provisória denominá-los “aterros controlados”, até que soluções tecnicamente corretas fossem adotadas; convocou os 47 municípios que então contavam com população urbana superior a 50 mil habitantes ainda inadimplentes para providenciarem o licenciamento ambiental de sistemas adequados de destinação final de seus RSU, conforme cronograma de atendimento constante do instrumento; orientou para que as soluções adotadas fossem, preferencialmente, compartilhadas entre municípios e, ainda, alertou para que tais empreendimentos não fossem implantados em bacias de abastecimento público.

Em janeiro de 2009, a publicação da Lei n° 18.031, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos (PERS), consolidou e alinhou as ações já em curso no Estado, tais como as desenvolvidas pelo Programa Minas sem Lixões, além de delinear regulamentos, e propor novas metas e obrigações para realização no curto, médio e longo prazos (FEAM, 2023a).

Desde 2019, quando assumiu a gestão de RS em Minas Gerais, regulamentada pelo Decreto N° 47.787/2019, a SEMAD realizou ações, por meio de consórcios públicos, para auxiliar os municípios na extinção de lixões em todas as regiões de Minas Gerais. Também articulou o encaminhamento dos RS para aterros sanitários ou Unidades de Triagem e Compostagem devidamente licenciadas. Portanto, foi possível fechar 33 lixões no estado, reduzindo o número de 360, em dezembro de 2019, para 327, em junho de 2021 (AGM, 2022).

Nos últimos 18 meses, foram firmados dez Termos de Cooperação Técnica entre a SEMAD e consórcios públicos intermunicipais que, juntos, somam 239 municípios mineiros. Os acordos têm como objetivo a articulação conjunta de ações voltadas ao manejo e destinação adequada de resíduos sólidos urbanos (AGM, 2022).

Com isto, em 2021, o Estado de Minas Gerais já tinha, dos seus 853 municípios, mais da metade, ou seja, 449 municípios, destinando seus resíduos sólidos urbanos em empreendimentos ambientalmente regulares, conforme publicado pela Agência Minas (2021).

O número representa 71% da população urbana do Estado atendida por serviços adequados de coleta e destinação de resíduos (AGM, 2021).

Desde então, Ferreira (2016) já tinha mencionado várias ferramentas e instrumentos que Minas Gerais vem adotando para promover a valorização dos RS, bem como estimular a participação dos municípios na adoção de estratégias mais sustentáveis. Dentre eles, cita-se: o fortalecimento do CMRR, o programa Minas sem Lixões, o ICMS Ecológico; a Bolsa de Resíduos; a interlocução na consolidação de Parcerias Público Privadas; a formalização de consórcios públicos municipais; e a orientação para a elaboração dos planos (inter) municipais de GIRS.

A pesquisa realizada conclui que a implementação da PNRS, nos municípios localizados no Estado de Minas Gerais é desafiadora e exigirá dos gestores municipais e estaduais grandes esforços para sua consolidação (FERREIRA, 2016):

haja vista as diversidades dos 853 municípios mineiros, pelo fato que em sua maioria falta recursos financeiros e mão de obra técnica qualificada, os quais ainda destinam seus RSU para aterros controlados ou lixões (FERREIRA, 2016).

Entretanto, ressalta-se que há um alinhamento entre a PNRS e os programas mineiros no estímulo à prevenção para a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a destinação ambientalmente adequada dos rejeitos, visando à mudança de paradigma nos hábitos de consumo de sua população, completa Ferreira (2016).

3.2 A Política Nacional de Resíduos Sólidos

Em 02/08/2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que alterou a Lei Nº 9.605/1998 (a chamada Lei de Crimes Ambientais que dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências), segundo BRASIL (1998), e definiu as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento integrado de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis no Brasil. Ela foi regulamentada pelo Decreto Federal Nº 7.404/2010 e estabelece princípios, objetivos, instrumentos, além de diretrizes relativas ao GIRS, conforme Brasil (2010).

Ressalta-se que 1 ano e meio antes, o Estado de Minas Gerais já se mostrava pioneiro ao promulgar a Lei nº 18.031, de 12/01/2009, a qual dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos de Minas Gerais, regulamentada pelo Decreto Nº 45.181, de 25/09/2009, conforme a ALMG (2019).

Art. 1º - A Política Estadual de Resíduos Sólidos far-se-á com base nas normas e diretrizes estabelecidas por esta Lei, em consonância com as políticas estaduais de meio ambiente, educação ambiental, recursos hídricos, saneamento básico, saúde, desenvolvimento econômico, desenvolvimento urbano e promoção da inclusão social (ALMG, 2009).

A PERS, embora seja anterior à PNRS, tem alguns princípios e instrumentos alinhados à Lei Federal, uma vez que a sua discussão já se estendia por mais de 2 décadas, como a responsabilidade compartilhada, a logística reversa, a valoração e o ciclo de vida dos RS.

Continuando, “o debate a propósito de uma política nacional de gestão e gerenciamento de RS remonta ao final da década de 1980, iniciado a partir de uma proposição apresentada no Senado Federal, que dispunha especificamente sobre resíduos de serviços de saúde” (IBAMA, 2022).

No decorrer da longa tramitação da matéria no Parlamento, o projeto passou a incorporar questões distintas relativas a resíduos sólidos e, paulatinamente, foi se consolidando uma proposta legislativa alicerçada nos princípios estabelecidos na Agenda 21. Um dos muitos desafios propostos durante os debates legislativos foi acordar uma lei de gestão e gerenciamento de resíduos sólidos que se restringisse a estabelecer diretrizes gerais aplicáveis a todo o território nacional, com respeito às competências constitucionais dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e a autonomia administrativa dos entes federados (FARIA, 2012).

A edição de leis estaduais, a proatividade de diversos segmentos industriais no campo da responsabilidade pós-consumo, o reconhecimento das oportunidades econômicas advindas do aproveitamento dos resíduos sólidos e a crescente pressão da sociedade favoreceram a construção de um consenso em torno de uma lei que fixa as diretrizes mínimas para solucionar um dos mais graves problemas ambientais urbanos. A disposição inadequada dos resíduos sólidos, além de ameaçar a qualidade do meio ambiente e a saúde pública, responde por graves mazelas sociais, como as condições inumanas e degradantes dos que vivem nos lixões – inclusive crianças, completa Faria (2012).

Desta forma, a Lei foi resultado de 21 anos de discussões sobre o tema no Congresso Nacional. Paralelamente, o CONAMA já vinha editando algumas resoluções abordando a logística reversa para cadeias como as de pneus e as de pilhas e baterias, em 1999, permitindo, desde a década de 1990, o apontamento de diretrizes para a destinação ambientalmente correta dos produtos pós-consumo. Com isto, a PNRS trouxe o conceito da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e acolheu as Resoluções CONAMA de quatro cadeias, conforme descreve IBAMA (2022):

- Lei nº 9.974/2000 – que trata do destino final de resíduos e embalagens de agrotóxicos;
- Resolução CONAMA nº 362/2005 – que discorre sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado;
- Resolução CONAMA nº 401/2008 – que estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional, além dos critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, que substituiu a Resolução nº 257/1999;
- Resolução CONAMA nº 416/2009 – que dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, que substituiu as Resoluções nº 258/ 1999 e nº 301/2002, completa IBAMA (2022).

Logo, foram estabelecidos na PNRS onze princípios, sendo eles: I - a prevenção e a precaução; II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; III - a visão sistêmica; IV - o desenvolvimento sustentável; V - a ecoeficiência; VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade; VII - a responsabilidade compartilhada; VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; IX - o respeito às diversidades locais e regionais; X - o direito da sociedade à informação e ao controle social; XI - a razoabilidade e a proporcionalidade (BRASIL, 2010).

Em relação à Responsabilidade Compartilhada, ela é um dos principais princípios, pois trabalha o ciclo de vida dos produtos, sendo considerada tema central da Lei (FARIA, 2012).

Logo, no âmbito da responsabilidade compartilhada, os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes passam a ter obrigações que abrangem, entre outras determinações, o recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso (responsabilidade pós-consumo), assim como sua destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa, de forma independente do serviço de limpeza urbana e de manejo dos RS (FARIA, 2012).

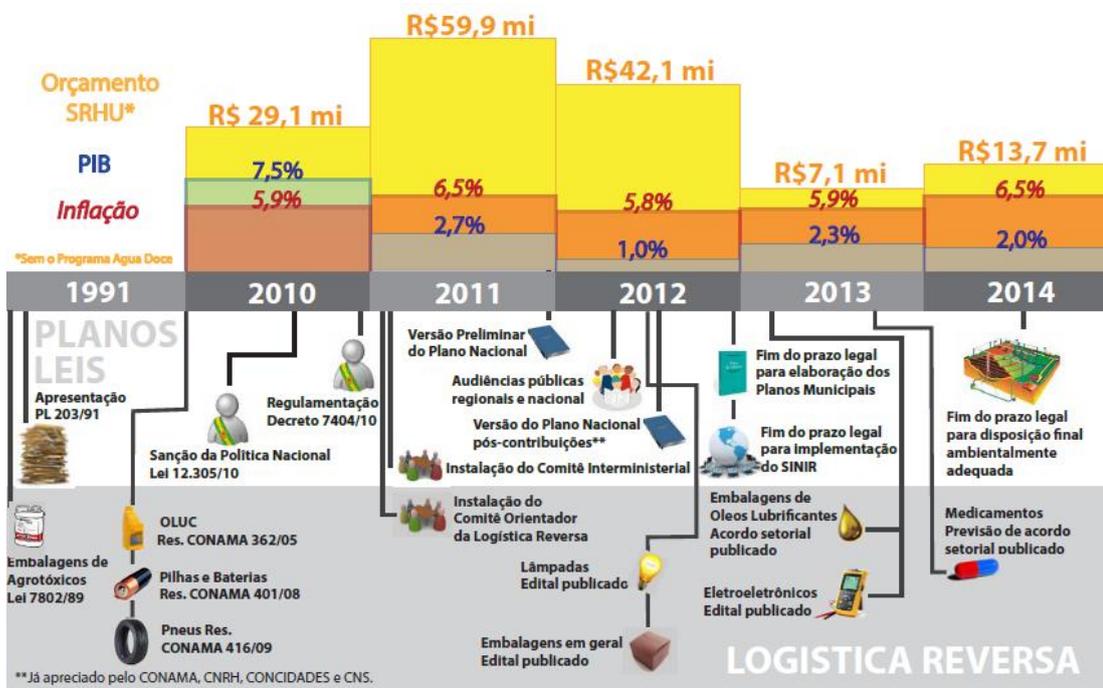
Além da instauração dos princípios e objetivos, a PNRS também estabelece dezenove instrumentos, os quais se destinam a proporcionar a exequibilidade da Lei, sendo eles: i) Planos de resíduos sólidos; ii) Inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos; iii) Coleta seletiva e logística reversa; iv) Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; v) Monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária; vi) Cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado; vii) Pesquisa científica e tecnológica; viii) Educação ambiental; ix) Incentivos fiscais, financeiros e creditícios; x) Fundo Nacional do Meio Ambiente e o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico; xi) Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir); xii) Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico; xiii) Conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde; xiv) Órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos; xv) Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos; xvi) Acordos setoriais; xvii) no que couber, os instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente; xviii) Termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta; xix) Incentivo à adoção de consórcios ou de outras formas de cooperação entre os entes federados (BRASIL, 2010).

Em relação à Logística Reversa, segundo Faria (2012),

esta se caracteriza por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada, sendo um instrumento de desenvolvimento econômico e social. Logo, a PNRS estabelece quais os produtos que se submetem, de imediato, ao regime de logística reversa, como os agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e eletroeletrônicos e seus componentes, completa Faria (2012).

Por fim, Domingues, Guarnieri e Streit (2016) completam que a “obrigatoriedade da logística, para estes resíduos de pós-consumo, foi estabelecida no Artigo 33 da PNRS e alavancou debates intensos, tendo em vista, principalmente a discussão da sua viabilidade econômica”. O IBAMA (2022) traz um panorama mais geral da perspectiva cronológica, orçamentária e de ações referentes à logística reversa no Brasil, conforme ilustrado na Figura 3.2.

Figura 3.2 - Panorama da perspectiva cronológica, orçamentária e de ações referentes à logística reversa no Brasil



Fonte: IBAMA (2022)

A lei hierarquizou, ainda, a “ordem de prioridade a ser observada na gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos, qual seja: não geração; redução da quantidade e do volume gerados; reutilização; reciclagem; tratamento dos resíduos sólidos; e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (FARIA, 2012), conforme já citado na Figura 3.1 deste trabalho.

Os planos de resíduos sólidos estão também entre os principais instrumentos disciplinados pela lei, entre eles os planos nacional, estaduais e municipais. Ao poder público local – Distrito Federal e Municípios – compete a gestão integrada dos

resíduos sólidos gerados em seus respectivos territórios. A elaboração de planos estadual e municipal é condição para que os Estados, o Distrito Federal e os Municípios acessem os recursos da União, ou por ela controlados, destinados ao manejo dos resíduos sólidos. As municipalidades, que optarem por soluções consorciadas para a gestão dos resíduos sólidos, bem como as que implantarem a coleta seletiva com a participação dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, terão prioridade no acesso aos recursos federais (FARIA, 2012).

“A Lei de Resíduos Sólidos também trouxe dispositivos específicos sobre a coleta seletiva em sua aceção mais ampla, inclusive no que diz respeito às atribuições dos Municípios, no âmbito dos planos de GRS, uma vez ser competência constitucional desses entes federados as ações de gerenciamento dos resíduos sólidos”, conforme Faria (2012).

A norma ainda estabeleceu que o poder público municipal poderá instituir incentivos econômicos, na forma de lei municipal, aos consumidores que participam do sistema de coleta seletiva (FARIA, 2012).

Com isto, a lei reconheceu o papel dos catadores no âmbito de uma lei federal e fortaleceu a atuação das suas cooperativas; criou o Sistema Nacional de Informações sobre a GRS; estabeleceu normas especiais destinadas aos resíduos perigosos; fixou vedações quanto à destinação ou disposição final de resíduos ou rejeitos; proibiu expressamente a importação de resíduos sólidos perigosos e rejeitos para quaisquer fins; e previu que a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos deveria ser implantada em até 4 anos após a entrada em vigor da lei, ou seja, o prazo legal para o fim dos “lixões” em 2014 (FARIA, 2012).

Em conclusão, a PNRS – cujas disposições aplicam-se em conjunto com a antiga Lei nº 11.445/2007, que estabeleceu diretrizes nacionais para o saneamento básico e, mais recentemente com o Novo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2022), – integra e complementa o ordenamento jurídico de proteção ambiental, equivalendo-se a importantes leis, como a das Políticas Nacionais do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e dos Crimes Ambientais. Também tem o mérito de trazer para o texto legal um conjunto de atos infralegais muitas vezes contestados por não terem amparo em lei no sentido estrito. Por fim, ela incorpora diretriz da Agenda 21 (FARIA, 2012) e, ultimamente, corrobora com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, sendo parte de um novo modelo de gestão, para condições ambientalmente saudáveis, economicamente viáveis e socialmente justas.

3.3 Indicadores e a sua aplicabilidade ambiental

Os indicadores foram criados pela necessidade de tratar a informação original ou “bruta”, de modo a torná-la acessível, entendendo fenômenos complexos, tornando-os quantificáveis e compreensíveis de modo a ser analisados, utilizados e repassados (RAMOS, 1997).

Vêm sendo utilizados desde os anos 60, mas tiveram sua elaboração e aplicação impulsionadas pela Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente (RIO-92), com a incorporação das suas definições no capítulo 40 da Agenda 21 (RAMOS, 1997).

Já o IBGE (2005) define os indicadores como “ferramentas constituídas por uma ou mais variáveis que, associadas por meio de diversas formas, revelam significados mais amplos sobre os fenômenos a que se referem” (IBGE, 2005).

Os indicadores são instrumentos para guiar a ação e subsidiar o acompanhamento e a avaliação do progresso alcançado, podendo reportar fenômenos de curto, médio e longo prazos. Logo, os indicadores viabilizam o acesso às informações relevantes, assim como apontam a necessidade de geração de novos dados (IBGE, 2005).

Eles são ferramentas essenciais para a comunicação das questões relacionadas com o desenvolvimento sustentável para os decisores políticas e ao público, e para a promoção do diálogo institucional. Em conjunto, os indicadores dão uma visão clara de todo o sistema, incluindo ligações entre várias dimensões do desenvolvimento sustentável, bem como a longo prazo, as implicações das decisões atuais e comportamentais (IAEA, 2005).

Em complementação, segundo o MMA (s/d):

Indicadores são informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão usadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Permitem a simplificação do número de informações para se lidar com uma dada realidade por representar uma medida que ilustra e comunica um conjunto de fenômenos que levem à redução de investimentos em tempo e recursos financeiros.

Desta forma, em termos gerais, um indicador é uma medida quantitativa ou qualitativa derivada de uma série de fatos observados que podem revelar posições relativas (por exemplo, de um País) em uma determinada área (OECD, 2008).

Quando avaliado em intervalos regulares, um indicador pode apontar a direção da mudança em todas as unidades diferentes e através de tempo. No contexto da análise de políticas públicas, os indicadores são úteis na identificação de tendências e podem dar ênfase para determinadas questões (OECD, 2008).

A seguir, foram apresentados alguns indicadores que abordam questões socioambientais e que podem ser aplicados aos estudos e ao próprio gerenciamento de resíduos sólidos:

- Índice de Desenvolvimento Humano: baseia-se no conceito de desenvolvimento humano e foi proposto pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, em 1990. É medido anualmente e tem um papel crucial nas metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009);
- Pegada Ecológica (*Ecological Footprint Method*): trata-se de um conceito simples e compreensível, oriundo da ecologia e relacionado à capacidade de suporte do meio. A partir de dados de consumo da população e do cálculo dos recursos necessários à produção de produtos e serviços, é constituído um índice, que indica a quantidade de terra requerida face ao consumo da população (GUIMARÃES; FEICHAS, 2009);
- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): são um apelo global à ação para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima e garantir que as pessoas, em todos os lugares, possam desfrutar de paz e de prosperidade. É constituído por 17 objetivos, dentre eles o Objetivo 12 (Consumo e Produção Sustentável), que prevê, dentre outros, estimular o uso eficiente dos recursos naturais, reduzir o desperdício de alimentos e a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso (NU, s/d).

Tendo em vista o estabelecimento da Agenda dos ODS pelas Nações Unidas em 2015, e considerando a relevância do protagonismo dos municípios para o cumprimento das metas estabelecidas, o Observatório do Milênio de Belo Horizonte, formalizado em 2008, a princípio, com o intuito de promover o monitoramento local dos Objetivos de Desenvolvimento do

Milênio, deu continuidade às ações de monitoramento local das metas da Agenda Global de desenvolvimento, com vistas a colaborar com o planejamento e monitoramento das políticas públicas de Belo Horizonte. O Observatório do Milênio de BH é um espaço de produção, análise e disponibilização de informações de natureza urbana, social e econômica, organizado a partir da constituição de uma rede composta por instituições de ensino e pesquisa, órgãos públicos e entidades do terceiro setor e da sociedade civil (PBH, 2023).

Em dezembro de 2018, foi produzido o primeiro Relatório de Acompanhamento dos ODS de Belo Horizonte, que apresenta os resultados dos principais indicadores relevantes para a cidade. Em 2019, foi publicado o Painel de Indicadores ODS de Belo Horizonte, com um conjunto de indicadores validados pelos parceiros que serão monitorados até 2030. Em 2022, foi publicado o terceiro Relatório de Acompanhamento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de Belo Horizonte que apresenta análise completa e atualizada dos indicadores de monitoramento local.

Considerando que os serviços de limpeza urbana necessitam de avaliações periódicas de seu desempenho, uma das formas de avaliar é através do uso de indicadores, subíndices e índices.

Os autores Polaz; Teixeira (2009) afirmam que uma forma de operacionalizar o conceito de sustentabilidade é por meio da utilização de indicadores, úteis nas etapas de planejamento, monitoramento e avaliação de políticas públicas voltadas para o GRSU. Podem também auxiliar os gestores públicos na definição de prioridades e metas, fornecendo subsídios técnicos para o processo decisório.

A existência de indicadores permite definir metas e instrumentos para planejar, gerenciar monitorar, assim como de propor alternativas de gestão e promover o fortalecimento institucional e organizacional dos sistemas de limpeza urbana (BESEN; DIAS, 2011).

Por fim, o trabalho de Besen; Dias (2011) destaca o desafio da aplicação e aprimoramento dos indicadores pelos municípios, uma vez que ferramentas de avaliação de desempenho podem auxiliar as administrações públicas, visando a fornecer um panorama sobre a situação dos procedimentos e prática adotados, completam Ventura; Reis, Takayanagui (2010).

4 METODOLOGIA

4.1 Área de Estudo

O município de Belo Horizonte possuía, em 2022, 2.315.560 habitantes, distribuídos em uma área territorial de 331,354 km², o que corresponde a uma densidade demográfica de 6.988,18 hab./km² (IBGE, 2022), sendo o sexto município mais populoso do país, o terceiro da Região Sudeste e o primeiro de Minas Gerais. A capital mineira, fundada em 12 de dezembro de 1897, é composta por 9 regiões administrativas subdivididas na regional Barreiro, Centro-Sul, Leste, Nordeste, Noroeste, Norte, Oeste, Pampulha e Venda Nova (Figura 4.1). Cada Regional tem a sua particularidade em termos da localização geográfica, extensão territorial, densidade demográfica, número de bairros, além de atividade econômica dominante, perfil socioeconômico da população e grau de investimento em infraestrutura viária e urbana.

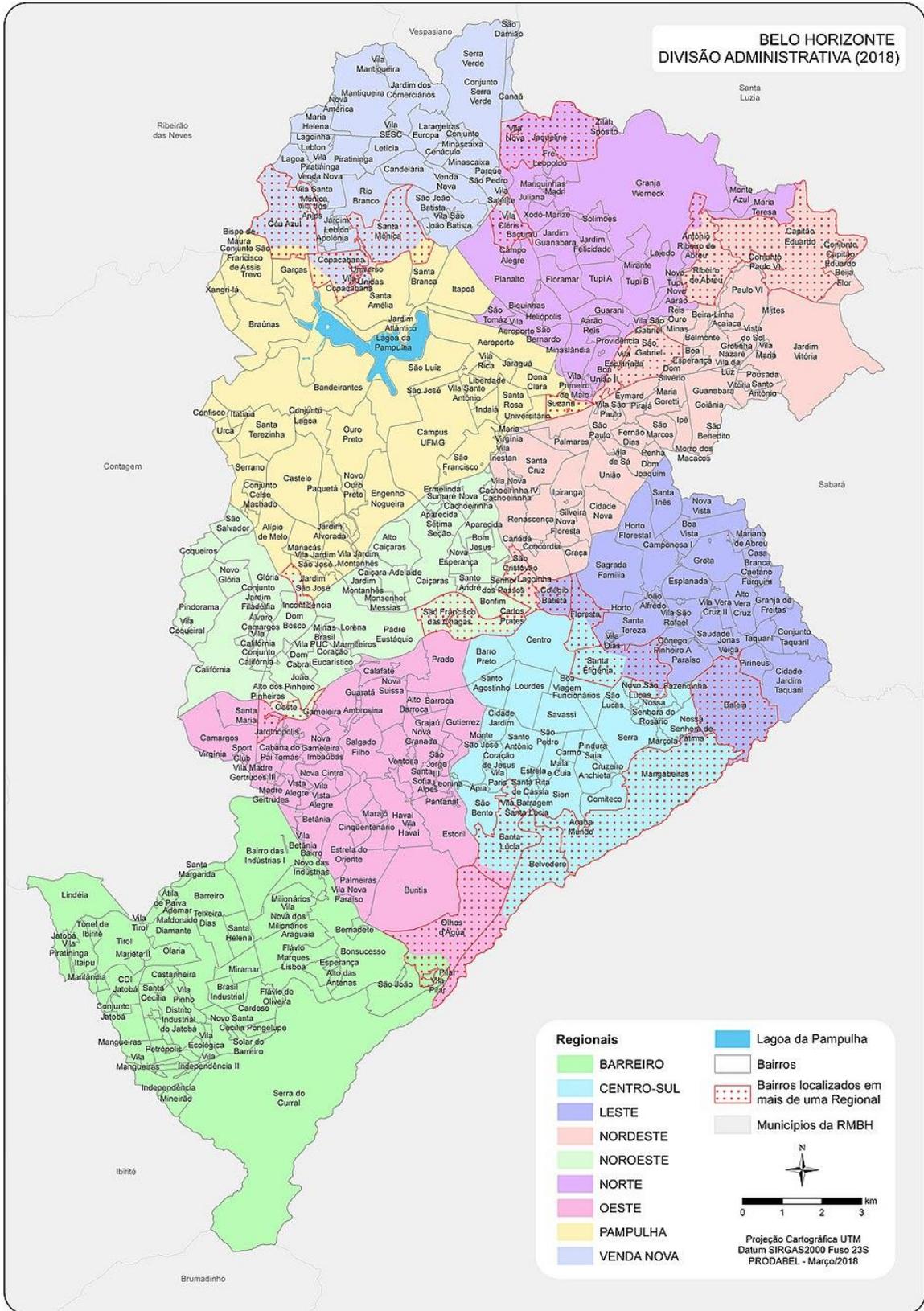
A princípio, o projeto original da cidade dividia uma área de 51.220.804 m² em 27 triângulos que passaram a ser designados seções. Com base nesse traçado, “foram demarcadas as zonas urbanas, suburbana e rural, cada qual destinada a desempenhar um papel específico na dinâmica orgânica de Belo Horizonte” (PBH, 2018b).

O zoneamento funcionava como instrumento fundamental para o controle da cidade, ou seja, fixava, previamente, os limites, classificava e hierarquizava seus territórios, que deixavam de ser uma dimensão fluida e indefinida para se transformar em áreas delimitadas e imediatamente identificáveis (PBH, 2018b).

“A zona urbana, onde seria o núcleo central e estariam edificadas as principais instituições da Capital, era delimitada pela, então, Avenida 17 de Dezembro, atualmente, conhecida como a Avenida do Contorno, tendo como eixo principal a Avenida Afonso Pena” (PBH, 2018b).

Neste local, a topografia muitas vezes foi desafiada pelo plano proposto. Envolvendo a zona urbana, como um cinturão, a zona suburbana desenvolvia-se em terreno bem mais acidentado e o traçado foi melhor adaptado à topografia, as quadras e os lotes se desenvolviam de forma irregular e as dimensões eram maiores e as ruas mais estreitas. Finalmente, havia a zona rural, que circundava a suburbana e era destinada a sítios e pequenas lavouras, cuja produção destinar-se-ia à Capital (PBH, 2018b).

Figura 4.1 - Regionais e respectivos bairros do município de Belo Horizonte



Fonte: PBH (2018a)

Entretanto, “a expansão urbana extrapolou em muito o plano original. Quando foi iniciada sua construção, os idealizadores do projeto previram que a cidade alcançaria a marca de 100 mil habitantes apenas quando completasse 100 anos” (RIBEIRO, 2011).

Essa falta de visão se repetiu em toda a história da cidade, que jamais teve um planejamento consistente que previsse os desafios da grande metrópole que se tornaria. Entre as décadas de 1930 e 1940, ocorreu o avanço da industrialização, além da criação do Conjunto Arquitetônico da Pampulha, inaugurado em 1943. Também nesta época, teve início o processo de verticalização da área central, quando se intensifica a complementação da urbanização na zona urbana e o estímulo à ocupação de seus vazios. Concomitantemente, Belo Horizonte assumiu um papel de importância como polo comercial e industrial, estimulando a atividade construtiva no centro e definindo um gabarito mais permissivo para os edifícios da área central, completa Ribeiro (2011).

Na década de 1950, a população da cidade dobrou novamente, passando de 350 mil para 700 mil habitantes, tendo como resposta, ao crescimento desordenado, o início da elaboração de um Plano Diretor para Belo Horizonte. “Na década de 1960, muitas demolições foram feitas, transformando o perfil da cidade, que passou a ter arranha-céus e asfalto no lugar de árvores, e ganhando ares de metrópole”. A conurbação com municípios vizinhos se ampliou. Ainda neste período, a cidade atingiu mais de um milhão de habitantes. Nessa época, os espaços vazios praticamente se esgotaram e o crescimento populacional passou a se concentrar nos municípios conurbados a Belo Horizonte, como Sabará, Ibirité, Contagem, Betim, Ribeirão das Neves e Santa Luzia. Na tentativa de resolver os problemas causados pelo crescimento desordenado, foi instituída a Região Metropolitana de Belo Horizonte e foi criado o Planejamento da Região Metropolitana de Belo Horizonte (PLAMBEL), extinto em 1996, mas que desencadeou diversas ações visando a conter o caos metropolitano (RIBEIRO, 2011).

Diante deste contexto, observa-se que, como toda grande metrópole, Belo Horizonte tem os seus problemas urbanos potencializados e na temática dos RS não poderia ser diferente. Entre eles, destacam-se a baixa cobertura da coleta seletiva, uso de aterro privado para a disposição dos resíduos sólidos, adensamento populacional variado, relevo acidentado e pavimentação irregular são uns dos grandes desafios para a gestão pública, concomitantemente, para o gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no município.

4.2 Base de dados e análise

Como já mencionado, o município é dividido em 9 Regionais, consideradas como administrações regionais de Belo Horizonte e são espécies de “subprefeituras”. Foram criadas em 1983, a partir do Decreto Municipal Nº 4.523, de 1983, e incumbia às administrações regionais a desconcentração e descentralização administrativas no âmbito de suas respectivas jurisdições, para atendimento ao público e outras atividades, como a limpeza urbana. Este decreto foi revogado e, atualmente, a estrutura orgânica da administração pública do Poder Executivo é definida pela Lei Nº 11.065, de 2017 (CMBH, 2017) e, embora não exista mais a concepção de subprefeituras, pelo menos no âmbito legal, a ideia da descentralização dos serviços permaneceu, principalmente no âmbito das Gerências Regionais de Limpeza Urbana (GERLUs). Desta forma, a SLU vem gerenciando os resíduos em Belo Horizonte e é possível ter uma noção da perspectiva do serviço tanto em caráter amplo como para cada Regional.

Desta forma, alinhado a cada objetivo específico, a metodologia deste trabalho foi dividida em 3 principais ações, como dispostas, a seguir.

4.2.1 Descrição do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte

Anualmente, a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, a SLU, publica um relatório anual de limpeza urbana, contendo informações sobre os tipos de resíduos gerados, a quantidade e a alternativa adotada para destinar cada material, dentre outras informações.

Baseando-se nestas publicações, foi coletada uma série histórica de 14 (quatorze) anos destes relatórios (de 2009 a 2022), diretamente com a SLU, permitindo a montagem de um banco de dados, de forma que o intervalo de tempo fosse coincidente com a data de antes (2009) e após a publicação da PNRS (2010 a 2022), conforme dados do Apêndice A.

Com isto, os dados foram extraídos e trabalhados adotando o programa de elaboração de planilhas e gráficos, o *Microsoft Excel*. A partir da tabulação de dados, foi possível caracterizar e traçar um comparativo histórico ao longo de todo o período por meio das principais variáveis que são publicadas nos relatórios disponibilizados pela SLU, como valores brutos e percentuais

de disposição final, coleta convencional e seletiva, compostagem. Além disto, informações relacionadas ao nível de cobertura dos serviços, gestão dos resíduos de construção e volumosos, população residente e atendida, por fim, o total de resíduos gerados para o respectivo ano analisado e ao longo de 14 anos: do período de 2009 a 2022 (Apêndice A).

Ademais, foram consultadas plataformas *online*, como da SLU e da Câmara Municipal de BH, bem como o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH) publicado por MYSSIOR *et al.* (2017), para a complementação dos dados.

4.2.2 Avaliação da adequabilidade do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte

De modo a fazer uma análise mais quantitativa do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos em BH, foi adotada uma série de indicadores que compõem um índice para avaliação do sistema, o ICGRA. O Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado (ICGRA) é a versão atualizada, por Mendez (2017), do Índice de Condição de Gestão de Resíduos (ICGR), proposto e validado por Dantas, em 2008.

O ICGRA é composto por 62 indicadores de desempenho, sendo que 40 indicadores avaliam o sistema integrado de gestão nos itens relativos às características do sistema, planejamento do sistema e condições operacionais, e 22 indicadores focam na avaliação do alinhamento da gestão à PNRS e à evolução do manejo de resíduos sólidos, considerando as novas tecnologias (SOUTO; LOPES, 2019).

Esse índice engloba todos os serviços de limpeza urbana, possibilitando o uso como ferramenta para auditorias externas nos sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos do município, servindo ainda para indicar as áreas de melhor ou de pior desempenho e conhecer as principais deficiências, e assim propor ações de melhorias (MENDEZ, 2017).

As Figuras 4.2 e 4.3 mostram, respectivamente, a relação dos indicadores que compõem o ICGR (40 indicadores), proposto por Dantas, em 2008, e o ICGRA (22 indicadores), atualizado por Mendez, em 2017, e que foi adotada para avaliação do índice de adequabilidade do gerenciamento de resíduos sólidos no município de Belo Horizonte.

Figura 4.2 - Planilha do ICGRA, com os 40 indicadores originais do ICGR

ÍNDICE DE CONDIÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS ATUALIZADO- ICGRA										
Município:					Bacia Hidrográfica:					
Órgão gestor:					Consórcio:					
Tipo de contrato de gestão:					Data vistoria:					
Responsável:					Responsável pela vistoria:					
Contato:										
Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	
C A R A C T E R Í S T I C O N D I Ç O E S	cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	C ≥ 90 % 70% ≤ C < 90% C < 70%	5 3 0		O P E R A C I O N A I S	remoção do lixo público	adequada inadequada	4 0		
	operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	operacionalização adequada	5			operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	parcialm. adeq inadequada	3 0		
	coleta seletiva de resíduos recicláveis	implantada parcialm. implan. não realiza	5 3 0			operacionalização da coleta seletiva	adequada parcialm. adeq não real./inadeq.	5 3 0		
	coleta de resíduos do serviço de saúde	realiza/controla não	2 0			controle financeiro do sistema	realiza não realiza	2 0		
	coleta de resíduos da construção civil	realiza/controla não	3 0			controle de desempenho	realiza não realiza	3 0		
	coleta de equip. eletrôn., baterias, pilhas (inerv.)	sim não	1 0			avaliação crítica - introdução de objetivos e metas	realiza não realiza	2 0		
	coleta de pneus	sim/ sem relev. não	1 0			destinação final de RSS	adequada inadequada	3 0		
	aspecto visual dos logradouros	bom regular	4 2			operação de unidade de reciclagem	adequada inadeq. / inexist	3 0		
	aspecto visual dos logradouros quanto à varrição	ruim	0			reaproveitamento dos resíduos orgânicos	adequado parcial inoper / inexist	4 2 0		
	aspecto visual dos logradouros quanto à capina, roçada e poda	regular ruim	2 0			destinação final dos resíduos sólidos urbanos do município	ater sanitiz. a ene ater parc. adeq. lixão / inadeq.	5 3 0		
	frota de veículos e equipamentos	adeq. e sufici. insuf. ou inadeq.	4 0			destinação final dos resíduos da construção civil	reutiliz./reciclagem aterro destin. inadeq.	4 2 0		
	existência de papelarias e coletores nos locais públicos	suficiente regular inexistente	3 2 0			realização de limpeza de ralos e sarjetas	sim não	2 0		
	subtotal 1	máximo	32			remoção de animais mortos e veículos abandonados	sim/ através solicit. não realiza	2 0		
	Item	Sub-item	Avaliação	Peso		Pontos	limpezas especiais (terrenos vazios, praias, lavouras, etc)	sim não realiza	2 0	
	P L A N E J A M E N T O D O S I S T E M A	controle de solicitações e reclamações	sim não	2 0			controle de utilização e manutenção da frota	realiza/ terceriz. não realiza	4 0	
		existência de equipe de fiscalização	sim não	3 0			controle de acidentes do trabalho	sim não	3 0	
		existência de Plano de Gestão	sim não	5 0			controle de utilização EPI's (bota, luva, másc., etc)	sim não	4 0	
		planejamento da coleta regular	sim não	4 0			controle de absenteísmo nas equipes	sim não	3 0	
		plano integrado de gestão de RCC	sim não	3 0			subtotal 3	máximo	60	
		planejamento da gestão de RSS	sim não	3 0			Soma dos pontos (Sub-total 1+2+3)		130	
planejamento da varrição de logradouros		sim/ diária não	3 0		ICGR = Soma dos pontos / 13		ICGR =			
existência de plano de capina, roçada e poda		sim não	2 0		ICGR DANTAS (2008)		Avaliação			
programas de educação ambiental e conscientização		sim parcial não realiza	5 3 0		0 a 7,9		Gestão inadequada			
auto sustentabilidade econômica financeira		sim não	3 0		8,0 10,0		Gestão adequada			
programas de inclusão de catadores no sistema		sim/ aus. catad. não	3 0		Avaliação:					
apoio à gestão participativa e consórcios		sim não	2 0							
subtotal 2		máximo	38							

Fonte: adaptado Mendez (2017)

Figura 4.3 - Planilha do ICGRA, com os 22 indicadores acrescidos

Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos	Item	Sub-item	Avaliação	Peso	Pontos
INDICADORES	Sistema de normatização para logística reversa dos produtos do art. 33 da PNRS*	sim, para todos	4		INDICADORES	Utilização de veículos especiais para áreas de difícil acesso como triciclos, motos, etc.	sim/não necess	3	
		alguns produtos	2				não	0	
		não, nenhum	0			sistemas de barreiras para proteção de cursos d'água e manutenção dos mesmos	sim, em todos	4	
	Profissionais envolvidos na gestão de Resíduos de carga efetivo e com formação na área	parcialmente	1	alguns pontos			2		
		não, nenhum	0	não possui		0			
	Plano de contingência para greve de funcionários dos serviços de limpeza urbana	sim	3	disponibilização de coletor adequado para o armazenamento pré-coleta		sim	3		
		não	0			não	0		
	Alocação de funcionários de acordo com idade e cond. Física	sim	2	remoção de materiais inservíveis como móveis e outros		sim	2		
		não	0			não	0		
	Sistema de informações sobre a gestão de resíduos e características dos diversos resíduos em site específico ou página espec.	sim, implantado	4	incentivos econômicos e/ou tributários para ações de não geração, redução, reutilização e reciclagem		sim	4		
		algumas informações disponíveis	2			incipientes	2		
		não, sem informação	0			não	0		
	Sistema de controle da frota por GPS e/ou SIG	sim	3	operações de triagem e reaproveitamento de RCC		sim	3		
		não	0			não	0		
	monitoramento geotécnico e ambiental de áreas de disposição irregular de resíduos desativadas	sim ou não possui	4	preenchimento das informações do Sistema Nacional de Informações de Resíduos (SNIS)		sim, todas	4		
		possui algum tipo	2			algumas	2		
		não monitora	0			não, nenhuma	0		
	coletores públicos específicos para algum tipo de segregação na geração	sim	4	contrato de monitoramento geotécnico e ambiental dos aterros sanitários		sim, incluindo pós-fechamento	5		
		em parte do mun.	2			sim, na fase de operação	3		
	não	0	operação de triagem de resíduos Licenciado e func. Correlatamente	não ou não possui		0			
	sim	3		sim		2			
	não	0	não	não		0			
Horários alternativos de coleta para redução de impacto no tráfego urbano	sim / não necessário	3	Contratação de seguro de responsabilidade civil para os geradores de resíduos perigosos (art. 40 PNRS)	sim	3				
	em poucos bairros	1		não	0				
	não	0		subtotal 4	máximo		73		
Coleta e/ou aproveitamento de biogás gerado na áreas de disposição final de resíduos	coleta + ger. energia	5	Soma dos pontos máximo (Sub-total 1+2+3+4)		203				
	coleta e queima	3	Soma dos pontos (Sub-total 1+2+3+4)						
	sem coleta	0	ICGRA = Soma dos pontos / 20,3			ICGRA			
Possui algum tipo de sistema de gestão implantado (ISSO 9.000 ou 14.0001)	Sim	2	ICGRA		Avaliação				
	Não	0	0 A 7,9		Gestão inadequada				
Sub total máximo		40	8,0 A 10,0		Gestão adequada				
			Avaliação:						

Fonte: adaptado Mendez (2017)

Conforme, Souto e Lopes (2019), “essa metodologia tem como virtude englobar indicadores objetivos que avaliam vários aspectos da gestão, ser atual, e já adequada às inovações da Política Nacional de Resíduos Sólidos”. Segundo Mendez (2017):

o ICGRA se mostrou um sistema de avaliação prático, de baixo custo e de fácil aplicação, com ênfase relevante para o planejamento da gestão e nos sistemas de gerenciamento de resíduos. Esse índice engloba todos os serviços de limpeza urbana, possibilitando o uso como ferramenta para auditorias externas nos sistemas de gestão integrada de resíduos sólidos do município, servindo ainda para indicar as áreas de

melhor ou de pior desempenho e conhecer as principais deficiências, e assim propor ações de melhorias (MENDEZ, 2017).

Para o cálculo do ICGRA, foram analisados e extraídos os dados dos relatórios da SLU, publicados no período de 2009 a 2022, de modo a preencher cada indicador conforme o critério de avaliação e o peso definido para cada item. Alguns dados também foram coletados a partir de um questionário elaborado no *Google Forms* e enviado a um responsável da SLU para o preenchimento das informações faltantes, com base nos indicadores do ICGRA.

4.2.3 Apresentação dos principais instrumentos e princípios que compõem a PNRS e a aplicação destes no Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte

Ao comparar as informações extraídas dos relatórios da SLU (2009 a 2022) e realizando um paralelo com o índice de adequabilidade obtido a partir da metodologia do ICGRA, foi realizada uma discussão apontando a aplicação, e lacunas, dos principais instrumentos e princípios que norteiam a PNRS no gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte.

Entre os princípios e instrumentos da PNRS, é possível listar alguns, conforme BRASIL (2010):

- **Princípios:**
 - III - a visão sistêmica; IV - o desenvolvimento sustentável; VII - a responsabilidade compartilhada; VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; e dentre outros que, porventura, sejam identificados e aplicados ao GRS em BH; e

- **Instrumentos:**
 - i) Planos de resíduos sólidos; iii) Coleta seletiva e logística reversa; iv) Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; viii) Educação ambiental; e dentre outros que estejam correlacionados ao GRSU em BH.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 O GRSU no município de Belo Horizonte

A Lei Municipal Nº 10.534/2012, e suas alterações dispostas na Lei Nº 10.885/2015 (CMBH, 2015), define em seu artigo 1º que:

A limpeza urbana, seus serviços e o manejo dos resíduos sólidos urbanos no Município serão de responsabilidade da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte - SLU - e serão regidos pelas disposições contidas nesta lei, em seu regulamento, nas normas técnicas da SLU e na legislação e normas específicas (CMBH, 2012b).

Ainda segundo a mesma lei, “Resíduo sólido urbano é o conjunto heterogêneo de resíduos provenientes das atividades humanas e de fenômenos naturais” (CMBH, 2012b).

O organograma da SLU é dividido entre diretorias, departamentos e gerências, dentre outros setores. Destacam-se as Gerências Regionais de Limpeza Urbana, criadas em 2011, a partir do Decreto Nº 14.652, de 11/11/2011, alterado por outros Decretos, como o Decreto Nº 15.820/2014, o Decreto Nº 16.238/2016 e o Nº 16.569/2017 (CMBH, 2011), que tem como competências, dentre outras e sob as diretrizes da SLU, organizar, executar, controlar e monitorar as ações relacionadas ao gerenciamento de RSU no âmbito de cada regional de BH.

Art 1º. Os órgãos comuns do terceiro grau hierárquico da estrutura organizacional das Secretarias de Administração Regional Municipal estão estruturados em gerências, escalonadas em até três subníveis.

Art 2º. As demais gerências e subníveis da Secretaria de Administração Regional Municipal são as seguintes: (...)

III - Gerência Regional de Limpeza Urbana, de 1º nível - classe C (...) (CMBH, 2011)

Segundo o Decreto Nº 14.652/2011, em seu Artigo 14, compete à Gerência Regional de Limpeza Urbana compete (CMBH, 2011):

- I - executar, conforme diretrizes técnicas e coordenação da Superintendência de Limpeza Urbana, todas as atividades atinentes à limpeza urbana no Município;
- II - organizar, dirigir e controlar a execução das atividades de multitarefa;
- III - examinar processos, emitir pareceres e redigir informações sobre matéria relacionada com a sua Gerência, interpretando e aplicando regulamentos e outros dispositivos legais;
- IV - sistematizar periodicamente as informações oriundas de execução das diversas atividades de limpeza urbana executadas diretamente ou por contratados, para fins de elaboração de relatório de acompanhamento e pagamento;
- V - identificar e encaminhar demandas específicas relativas às ações de apoio às atividades de limpeza urbana a outras áreas e/ou gerências afins;
- VI - elaborar e submeter periodicamente à apreciação e análise da Superintendência de Limpeza Urbana relatórios das atividades desenvolvidas;
- VII - atestar, conjuntamente com o Secretário de Administração Regional respectivo e a Superintendência de Limpeza Urbana, a execução de todos os contratos;
- VIII - efetuar as medições das atividades executadas diretamente e contratadas para fins de elaboração de relatórios de acompanhamento e pagamento;
- IX - orientar a população no que toca à obediência às normas técnicas, regulamentos e demais legislação afeta à limpeza urbana;
- X - promover ações de integração com as demais gerências da Secretaria de Administração Regional respectiva, para o pleno cumprimento de seus objetivos (Redação dada pelo Decreto nº 15.820/2014).

Por fim, o Artigo 15, do referido Decreto, dispõe que integra a Gerência Regional de Limpeza Urbana a Gerência Regional Adjunta de Limpeza Urbana, de 2º nível, conforme redação atualizada pelo Decreto Nº 15.820/2014 (CMBH, 2011).

5.1.1 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Segundo Myssior *et al.* (2017), o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH) constitui-se em um:

instrumento complementar ao planejamento estratégico para a cidade e demais instrumentos de planejamento urbano, que determinará as diretrizes e ações, em um horizonte de 20 anos, para o manejo ambientalmente adequado e sustentável dos resíduos sólidos e para a educação ambiental e mobilização social;

Requisito necessário para o município ter acesso aos recursos da União, destinados à limpeza urbana e ao manejo dos resíduos sólidos, de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal Nº 12.305/2010) (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Conforme o Artigo 43 da Lei Municipal Nº 10.534/2012, “O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte deveria ser elaborado nos termos do disposto no Art. 19 da Lei Federal Nº 12.305/10” (CMBH, 2012b):

Será garantida a formação de grupo de discussão das normas implantadas por esta lei, priorizando a participação das entidades, redes de cooperativas, associações e grupos em fase de organização que atuam no manuseio de materiais reutilizáveis e recicláveis, proporcionando o debate e o engajamento de todos os segmentos ao longo da elaboração do Plano Municipal Integrado de Gestão de Resíduos Sólidos.

O PMGIRS-BH poderá ser inserido no Plano de Saneamento Básico previsto no art. 19 da Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, respeitado o conteúdo mínimo previsto no art. 19 da Lei Federal Nº 12.305/2010 (CMBH. 2012b).

Desta forma, o processo de elaboração do PMGIRS-BH foi baseado nos seguintes princípios:

- Interdisciplinaridade e intersetorialidade da Administração Municipal;
- Participação da sociedade civil organizada;
- Consideração das influências e inerências da gestão de resíduos originados na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH).

Apoiando-se nos princípios norteadores da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, “foram especialmente enfatizadas a segregação dos resíduos na fonte geradora, a coleta seletiva e a consolidação de atividades econômicas voltadas para o reaproveitamento, reciclagem e aproveitamento energético dos resíduos sólidos” (MYSSIOR *et al.*, 2017):

Em síntese, o relatório apresenta proposição de metas de redução, reutilização, reciclagem, entre outras, bem como das estratégias a serem adotadas para o alcance das metas definidas; Proposição de ações para otimização dos serviços de limpeza urbana; Programas e ações voltadas à participação da sociedade, bem como das cooperativas e associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis, formadas por pessoas de baixa renda; Proposição de programas e ações de educação ambiental, que promovam a não geração, a redução, a reutilização, a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos sólidos; Identificação das possíveis fontes de recursos, para implantação das ações e programas propostos, assim como a sistemática de cálculo dos custos e mecanismos de cobrança (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Além disto, o PMGIRS-BH referenciou outros documentos e legislações relevantes, como o Plano Nacional de Saneamento Básico – PLANSAB (Lei Nº 11.445/2007); a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal Nº 9.795/1999); a Lei Estadual Nº 14.128/2001 (Política Estadual de Reciclagem de Materiais); a Deliberação Normativa COPAM Nº 172/2011, que institui o Plano Estadual de Coleta Seletiva – PECS; a Lei Municipal Nº 7.165/1996, que institui o Plano Diretor de BH; o Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos Especiais, com foco em Resíduos de Saúde e de Construção Civil; e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

Conforme Myssior *et al.* (2017), “de forma resumida, foram abordadas as iniciativas tecnológicas, econômicas, sociais, de fiscalização e de gestão adotadas em outras cidades do mundo, e suas aplicações, observando as particularidades, limitações e potencialidades de BH”.

Com isto, a partir do Diagnóstico e considerando outras condicionantes para o município de Belo Horizonte, como ameaças e oportunidades, foram descritas as ações emergenciais, de curto, médio e longo prazos para a gestão integrada de resíduos sólidos, levando em conta as tendências de desenvolvimento econômico, as projeções de crescimento populacional e as diretrizes e responsabilidades estabelecidas na legislação municipal, estadual e federal (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Com isto, os autores apresentaram no PMGIRS-BH as principais lacunas e desafios referentes à gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos em Belo Horizonte, por meio de um resumo de forma mais abrangente e generalizada, conforme demonstrado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos em Belo Horizonte

Lacunas	Desafios
Deficiência na promoção de ações de educação ambiental	Intensificar ações de educação ambiental, para gestão sustentável e ambientalmente adequada dos RS
Ausência de planejamento estratégico	Implantar e promover a atualização regular do PMGIRS-BH
Aterramento da maior parte dos resíduos gerados	Implantar novas alternativas de processamento e tratamento dos resíduos potencialmente recicláveis
Falta de investimento em tecnologias e treinamento	Estruturar a Autarquia para exercer suas funções de gerenciamento, controle e fiscalização dos serviços, pela capacitação e implantação de sistemas eficientes de informação, ferramenta de planejamento das ações
Falta de organização/ampliação do quadro de pessoal	
Falta de iniciativas administrativas inovadoras	
Deficiência de controle, análise e tratamento de dados estatísticos, operacionais e de planejamento	
Deficiência nos fluxos de interação interna e externa	Institucionalizar mecanismos para promoção da atuação articulada entre os órgãos envolvidos

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

5.1.2 Serviços de limpeza urbana em Belo Horizonte

a) Coleta Domiciliar

Segundo a Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, a coleta de resíduos sólidos domiciliares (RDO) consiste na atividade regular de recolhimento e de transporte do resíduo gerado nas residências, no comércio e nos prédios públicos (SLU, 2023). Segundo Myssior *et al.* (2017), para efeito de discussão sobre as atividades de limpeza urbana em Belo Horizonte, os RDO referem-se às massas dos resíduos oriundos das seguintes coletas:

Coleta de Resíduos Comuns ou “Coleta Indiferenciada”: Áreas de urbanização formal e Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) – “Vilas e Favelas”; Coleta dos materiais recicláveis: Papel, Metal, Plástico e Vidro (PMPV); ou “Coleta Seletiva”. Porta a Porta, Ponto a Ponto (MYSSIOR *et al.*, 2017).

A Lei Nº 10.534/2012 define em seu Artigo 8º que “os resíduos sólidos domiciliares serão apresentados à coleta regular observando-se os dias, locais e horários fixados pela SLU, definidos no regulamento desta lei e nas normas técnicas da SLU” (CMBH, 2012b):

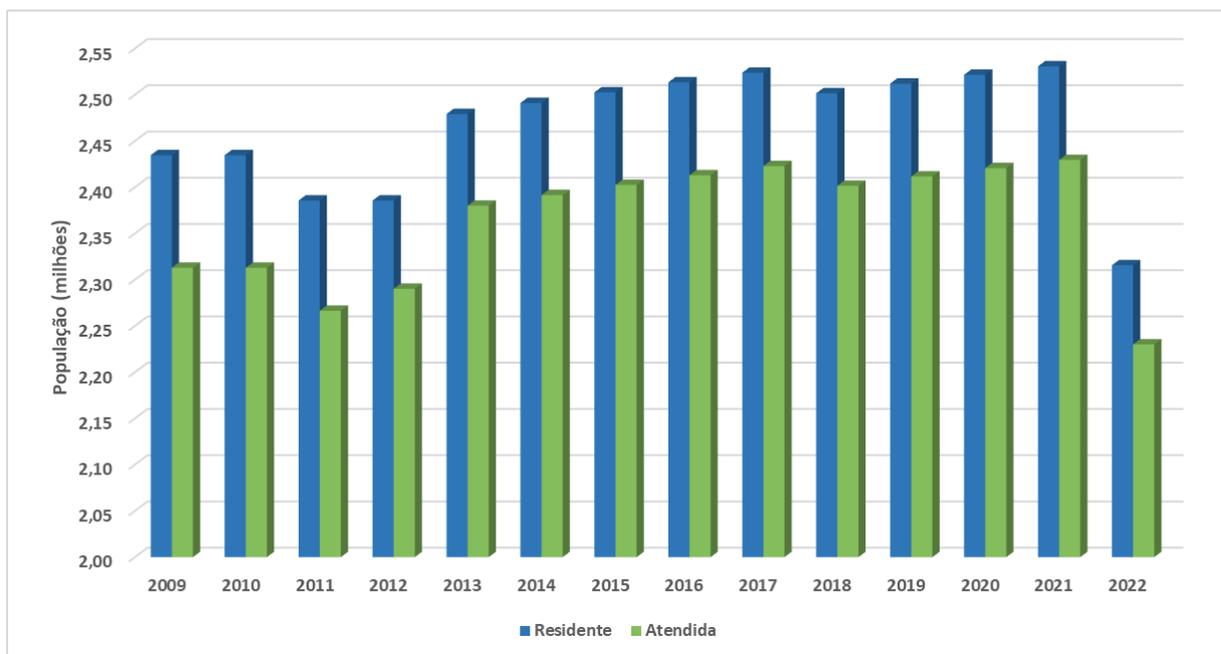
O acondicionamento dos resíduos observará previamente a eliminação dos líquidos e a correta e adequada embalagem de materiais pontiagudos, perfurantes, perfurocortantes e escarificantes, de modo a prevenir acidentes (CMBH, 2012b).

A SLU orienta que os resíduos sólidos devem ser expostos próximo do horário da coleta, sendo a partir das 07h, nos locais com a coleta diurna, que ocorre a partir das 08h, e às 19h para a coleta noturna que inicia a partir das 20h. A orientação se baseia no princípio da prevenção, de modo a evitar acidentes, o espalhamento do resíduo nas vias e os transtornos que podem ser causados à população (SLU, 2023).

Em Belo Horizonte são adotados 2 modelos de coleta domiciliar: o recolhimento em áreas de urbanização formal e aquele realizado em vilas, aglomerados urbanos e conjuntos habitacionais (SLU, 2023). A coleta domiciliar contempla um índice de cobertura de 96%, segundo Magalhães; Leite; Santos (2022), panorama bem semelhante aos últimos 14 anos analisados, em que houve acréscimo de 1% de 2011 (95%) e para 2012 (96%), que se manteve até 2022.

A Figura 5.1 ilustra o panorama da população residente no município de Belo Horizonte e aquela atendida pelo serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos. Observa-se uma média de 95,79% da cobertura do serviço, sendo considerado um indicador de qualidade do serviço avaliado como Bom, segundo trabalhos que exploraram o tema. Um deles é da pesquisadora Assis (2012), em que foi realizada a avaliação da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos em municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte através da seleção e aplicação de indicadores, sendo que um deles, o percentual de cobertura de coleta convencional, quando acima de 85%, foi considerado pela autora dentro de uma faixa de avaliação “Muito favorável”.

Figura 5.1 - Panorama de cobertura do serviços de coleta convencional de resíduos sólidos da população residente em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022



Fonte: adaptado SLU (2009 a 2022)

Outro ponto de destaque na Figura 5.1 é a redução do tamanho populacional do município de Belo Horizonte, em 2022, quando comparado ao ano anterior, 2021, correspondendo a quase 200 mil habitantes a menos (IBGE, 2022). Com as informações disponíveis não é possível afirmar quais são as causas dessa redução, podendo ser as mais variadas, como reflexo da

migração da população Belo Horizontina para municípios vizinhos da RMBH e/ou até mesmo ajuste das informações que foram coletadas pelo IBGE nos censos demográficos anteriores.

Em relação à coleta em áreas de urbanização formal, o serviço ocorre de porta a porta, por meio do uso de caminhões compactadores atendendo a maior parte da população residente em vias formalmente urbanizadas. A coleta pode ser diária, ocorrendo de segunda a sábado, em algumas localidades, como na área central e em bairros com maior densidade demográfica, como os localizados na Regional Centro-sul. Também pode ocorrer de forma alternada, como em outros bairros e regionais, podendo ser às segundas, quartas e sextas-feiras ou, ainda, às terças, quintas e aos sábados. Por fim, o serviço de coleta pode ser noturno ou diurno, havendo critérios que definem o horário, como disponibilidade da frota, intensidade do tráfego, atividade dominante no bairro e até mesmo o perfil das residências, podendo ser de maioria composto por casas ou edifícios. No site da SLU, é possível consultar os dias e horários da coleta de cada localidade, podendo usar filtros como endereço, CEP, bairro, dentre outros. Além disto, município, através da SLU, tem autonomia para autuar e até multar o cidadão que expor o resíduo fora do dia e do horário de recolhimento definidos (SLU, 2023). Conforme Myssior *et al.* (2017):

considera-se importante otimizar a prestação do serviço, aumentando a automação, por meio da coleta containerizada. Verifica-se, também, a necessidade do fortalecimento do corpo técnico e operacional, bem como a implantação de sistemas informatizados, visando a assegurar a fiscalização, o monitoramento e o controle da qualidade dos serviços prestados, bem como o subsídio de dados de produção, para utilização em futuros contratos (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Já sobre a coleta domiciliar em vilas e aglomerados urbanos, segundo a SLU (2023), “por apresentarem características urbanísticas adversas, na maioria das vezes situados em áreas de risco e de difícil acesso, as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) oferecem limitações e desafios à prestação do serviço”. São utilizados caminhões minicompactadores e carrinhos de mão nos becos, conforme parâmetros de projeto adotados pela Prefeitura. A coleta é feita no período diurno, diariamente, ou três vezes por semana, em dias alternados, sendo recolhidos os resíduos de porta a porta ou em pontos estratégicos, como caçambas e contenedores estacionários. Myssior *et al.* (2017) completam afirmando que:

É importante destacar as dificuldades de medição dos resíduos recolhidos nas ZEIS, por meio de equipamentos alternativos, como o carrinho de mão, tendo em vista que os mesmos são destinados a pontos de coleta pré-estabelecidos, para serem posteriormente recolhidos por veículos que beneficiam áreas formalmente urbanizadas. Diante disso, os resíduos são misturados, impossibilitando sua medição exclusiva. Por fim, os autores afirmam que a transformação desses locais também se apresenta constante, tornando-se necessário um frequente replanejamento das ações. Faz-se necessária a articulação, principalmente com a Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte (URBEL), de forma a viabilizar a prestação dos serviços de limpeza urbana (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Por fim, ainda de acordo com Myssior *et al.* (2017), a coleta em ZEIS também é fortemente impactada pelos pontos de deposição clandestina, em que os resíduos domiciliares são, muitas vezes, misturados a resíduos de construção civil e volumosos, o que dificulta a prestação dos serviços. Contribui para o agravamento dessa situação, a exposição do resíduo domiciliar fora dos dias e horários planejados, sendo comum a violação dos sacos por animais e cidadãos.

Além disto, a SLU disponibiliza o serviço de coleta especial e diferenciada, como o recolhimento de animais mortos, que ocorre conforme demanda (que será tratado no tópico e) deste capítulo); a coleta em locais onde há a deposição clandestina, como em lotes vagos e vias; além do recolhimento, o transporte e a destinação final de resíduos de origem comercial, seja público ou privado. Uma observação importante é que a classificação do resíduo como comercial baseia-se no critério de volume, ou seja, geração acima de 120 litros ou 60 quilos, por dia de coleta, no período de 24 horas, e na própria natureza do resíduo (SLU, 2023).

b) Coleta Seletiva de resíduos inertes e orgânicos

A Lei Municipal Nº 10534 definiu, em 2012, que (CMBH, 2012b):

Art. 14 - Os consumidores são obrigados, sempre que estabelecido o sistema de coleta seletiva pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, ou quando instituídos sistemas de logística reversa, a acondicionar adequadamente e de forma diferenciada os resíduos sólidos gerados e a disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para coleta ou devolução.

Art. 15 - Os proprietários e os responsáveis legais por mercados, supermercados, feiras, sacolões e estabelecimentos congêneres, localizados em regiões beneficiadas pelo Programa de Coleta Seletiva de Resíduo Orgânico, devem, a critério da SLU, segregá-lo no local de origem de geração e acondicioná-lo separadamente dos demais resíduos (CMBH, 2012b).

O serviço de coleta de resíduos recicláveis em BH faz parte do Programa Municipal de Coleta Seletiva, juntamente com a etapa de triagem/destinação. A coleta seletiva ocorre em duas modalidades: Ponto a Ponto (em LEV) e Porta a Porta (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Para a coleta seletiva, até 2013, utilizou-se preferencialmente o caminhão baú, sendo empregado, também, o caminhão compactador, com capacidade nominal de carga de 15 m³ (MYSSIOR *et al.*, 2017). Em sequência, ainda segundo Myssior *et al.* (2017), as empresas contratadas passaram a utilizar somente o caminhão compactador.

Em relação à coleta seletiva porta a porta, “os materiais recicláveis são separados pelos moradores e deixados no passeio para serem recolhidos por um caminhão. Ela está presente em 53 bairros de Belo Horizonte” (SLU, 2023). Ainda conforme a Superintendência:

O recolhimento de recicláveis feito com caminhões compactadores torna a coleta mais ágil, eficiente e com melhores custos para o município. No caminhão-baú, é necessária a presença de um funcionário dentro do compartimento, ajeitando constantemente a carga e administrando o espaço existente.

Já o caminhão compactador consegue armazenar uma quantidade muito superior de materiais em comparação ao outro. Com ele é possível alcançar uma área maior do bairro e uma parcela mais significativa da população.

É necessário destacar que, embora os veículos utilizados para essas ações sejam do modelo compactador, os recicláveis não são compactados, mas apenas acomodados na carroceria. Nesse caso, o mecanismo de compactação é desativado, de forma que essa adaptação não comprometa a qualidade dos resíduos (SLU, 2023).

A SLU (2023) completa que “para tornar a coleta seletiva da capital mais rápida e eficiente, foram implantados os Pontos Verdes, em substituição aos antigos Locais de Entrega Voluntária de Recicláveis (LEVs)”. Com isto:

São disponibilizados apenas dois compartimentos, sendo um deles destinado à coleta de papel, metal, plástico e isopor, e um outro reservado para acondicionar somente o vidro (SLU, 2023).

A Figura 5.2 ilustra um modelo de contenedor adotado em um Ponto Verde de modo a permitir a coleta seletiva na modalidade ponto a ponto, no município de Belo Horizonte.

Figura 5.2 – Ponto verde de coleta seletiva localizado no município de Belo Horizonte



Fonte: SLU (2023)

Em relação à Compostagem (SLU, 2023), “o Programa da SLU prioriza a coleta diferenciada de resíduos orgânicos nas grandes fontes geradoras, como supermercados e feiras”.

Esses resíduos são misturados à poda triturada e revirados com trator em pátio aberto, onde ficam por aproximadamente quatro meses. Nesse tempo, o material é transformado em composto orgânico, por meio da decomposição dos microrganismos presentes na própria massa do resíduo.

O produto gerado no processo, uma espécie de adubo semelhante ao húmus, é usado nas praças e parques da cidade (SLU, 2023).

Os valores do Relatório Anual de Atividades de Limpeza Urbana de 2022 (MAGALHÃES; LEITE; SANTOS, 2022) demonstram a manutenção de um baixo percentual de coleta seletiva, em 2022, tanto de resíduos orgânicos que foram compostados (0,19% ou 1.807,38 toneladas), como o de materiais potencialmente recicláveis, como os inertes, que foram reciclados: 0,65%, correspondendo a 6.321,48 toneladas, do total de 974.116,83 toneladas em 2022 (Apêndice A).

O panorama observado em 2022 não difere muito percentualmente de todo o período analisado (2009 a 2022), uma vez que, a média anual dos valores de coleta seletiva de resíduos orgânicos e resíduos inertes (papel, papelão, vidro e metal) é 0,21% (ou 2.761,30 toneladas) e 0,60% (ou 7.076,34 toneladas), respectivamente (SLU, 2009 a 2022), como detalhado no Apêndice A.

Em comparação com o período de publicação da PNRS, observa-se um leve aumento dos valores de destinação correta do material orgânicos e de materiais potencialmente recicláveis, do ano de 2009 para o de 2010, sendo que o cenário observado foi (SLU, 2009 a 2022):

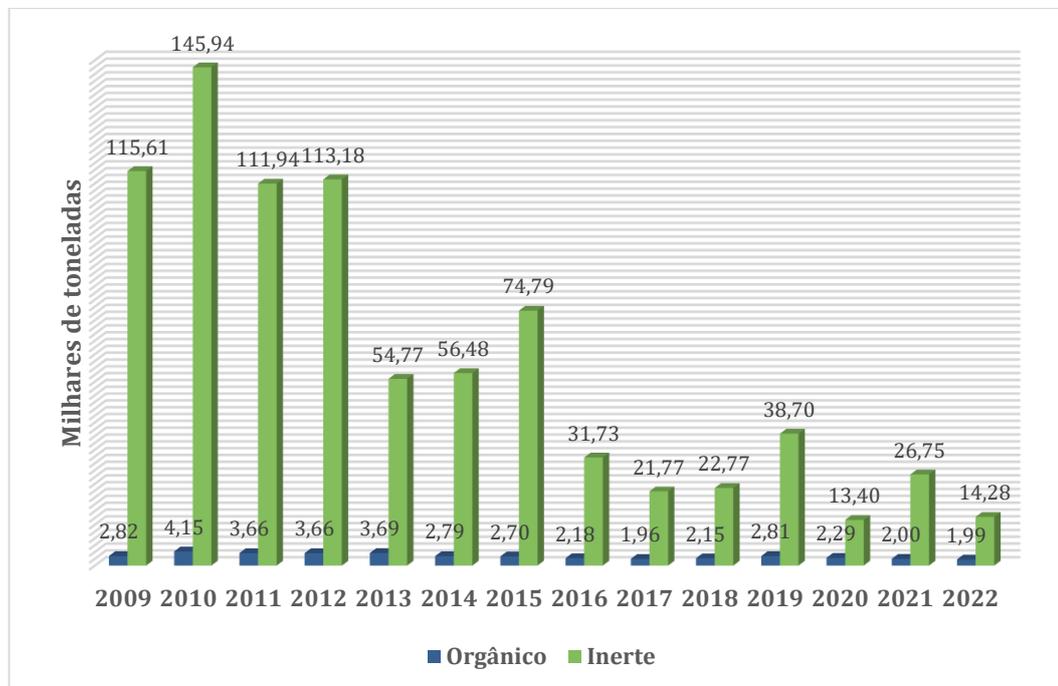
- Antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2009):
 - Reciclagem do material orgânico: menos de 3 mil toneladas (ou seja, 0,10% do total de 2.258.121,44 toneladas de RS gerenciadas em 2009); e
 - Reciclagem de papel, plástico, metal e vidro: um pouco mais de 10 mil toneladas ou 0,50% do total.

- Após a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010):
 - Reciclagem do material orgânico: um pouco mais de 4 mil toneladas (ou seja, 0,30% de 1.500.658,18 toneladas de RS gerenciadas em 2010); e
 - Reciclagem de papel, plástico, metal e vidro: embora o valor em toneladas tenha diminuído, correspondendo a um pouco menos de 10 mil toneladas, percentualmente houve um aumento (0,60% do total), uma vez que o total gerenciado também diminuiu do ano de 2009 a 2010.

É importante frisar que o montante total de resíduos gerenciado em 2010 reduziu em quase 760 mil toneladas. Várias podem ser as causas que justifiquem esta ocorrência, como a redução do padrão de consumo da população, embora não seja possível, só com as informações disponíveis, afirmar com veemência qual justificativa seria essa.

A Figura 5.3 ilustra a quantidade de resíduos sólidos orgânicos compostados e inertes, como papel, plástico, papel, vidro, metal e resíduos da construção civil e volumosos (RCCV), que foram encaminhados para a reciclagem, de 2009 a 2022. Em termos médios, no período de 2009 a 2020, do total gerenciado, apenas 4,50% tiveram uma destinação ambientalmente correta, ou seja, 63 mil toneladas, de todo o montante observado nestes 14 anos. Ressalta-se que mesmo com baixas proporções, a reciclagem de material inerte, com destaque para os RCCV, ainda se sobressai sobre a compostagem de resíduos orgânicos, demonstrando que este serviço tem um investimento 4 vezes menor no município quando comparado ao anterior.

Figura 5.3 - Quantidade de resíduos orgânico e inerte enviado para compostagem e reciclagem, respectivamente, em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022



Fonte: adaptado SLU (2009 a 2022)

Quanto à destinação correta, conforme recomendado pela PNRS e determinado pela Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte, “os materiais recicláveis coletados por meio das ações da Prefeitura são repassados às associações e cooperativas de catadores, que são responsáveis pelo recebimento, pesagem, segregação, armazenamento, prensagem, enfardamento, comercialização e destinação dos rejeitos para a CTR Macaúbas, essa última, por meio da coleta realizada pela própria SLU” (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Conforme a SLU (2023), “além de destinar socialmente todo o material recolhido na coleta seletiva para as associações e cooperativas de trabalhadores com materiais recicláveis, integrantes do Fórum Municipal Lixo e Cidadania de Belo Horizonte, a SLU também oferece algumas estruturas importantes, como pagamento de aluguel, construção e reforma de galpões para a triagem de recicláveis, como papel, metal, plástico, isopor e vidro”. As principais Associações participantes do Fórum Municipal Lixo e Cidadania são: Asmare, Associrecycle, Coomarp Pampulha, Coopemar, Coopesol Leste e Coopersoli Barreiro.

Além de receberem resíduos recicláveis de catadores e de terceiros (doações), em alguns casos, coletam também em grandes geradores e em grandes eventos.

De forma geral, os galpões das Associações/Cooperativas não apresentam infraestrutura adequada às suas atividades-fim, pois quase todos foram adaptados, acarretando má distribuição dos procedimentos industriais e ausência de equipamentos importantes, como esteira de triagem, aspectos esses que prejudicam, em muito, a produtividade dessas entidades (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Por fim, a ampliação do Programa de Coleta Seletiva no Município deve considerar a participação ativa desses empreendimentos sociais, o que naturalmente demandará seu envolvimento e comprometimento profissional. Além disso, para a expansão do Programa Municipal de Coleta Seletiva deverão ser superados desafios como:

a indisponibilidade de recursos financeiros, sobretudo em tempos de crise econômica; a necessidade de ampliação da cadeia envolvida, com a reestruturação e ampliação das unidades de processamento de materiais recicláveis, a eliminação de intermediários e a instalação de indústrias recicladoras nas proximidades do município; a necessidade de ações continuadas, no sentido da educação socioambiental (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Os autores Myssior *et al.* (2017) apresentaram as principais lacunas e desafios referentes à gestão dos resíduos sólidos domiciliares (Coleta Convencional) e da Coleta Seletiva, através do resumo mais abrangente disposto na Tabela 5.2.

Tabela 5.2 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Domiciliares e da Coleta Seletiva

Lacunas	Desafios
Acondicionamento e disposição de RS de forma inadequada (locais e/ou horários)	Sensibilizar o usuário para o correto acondicionamento e disponibilização para coleta nos dias e horários adequados e promover a efetividade da fiscalização
Crescimento da massa de resíduos ao longo dos anos	Investir em educação ambiental, com vistas a não geração, redução, reaproveitamento e reciclagem dos resíduos gerados pela população
	Promover o aproveitamento de todos os resíduos potencialmente recicláveis
Demanda por ampliação dos serviços em áreas de ZEIS	Expandir a cobertura dos serviços de coleta em área de ZEIS, a partir de metodologias e ações integradas com a URBEL, SMAPU e outros
Aterramento da maior parte dos resíduos gerados	Implantar novas alternativas de processamento e tratamento dos resíduos potencialmente recicláveis
Deficiência de recursos humanos e infraestrutura para monitoramento da execução dos serviços prestados	Informatizar e otimizar o controle, análise e tratamento dos dados de produção
	Melhorar a infraestrutura e ampliar a equipe responsável
Carência de campanhas educativas para manejo de RS	Intensificar ações de educação ambiental
	Ampliar o programa municipal de coleta seletiva
Baixa abrangência do serviço (cobertura) e alto custo da coleta seletiva	Buscar novas tecnologias e metodologias operacionais
	Promover a educação ambiental e a adesão da população
Baixo índice de automação no serviço de coletas	Otimizar os serviços, por meio da automação

Tabela 5.2 - ... Continuação

Lacunas	Desafios
Infraestrutura limitada e/ou inadequada das associações e cooperativas	Promover a capacitação das associações e cooperativas de catadores
	Promover a melhoria operacional e gerencial das associações e cooperativas
Atuação de catadores avulsos, em condição de vulnerabilidade social	Promover a inclusão de catadores, em cooperativas e associações, considerando as políticas sociais
	Criar incentivos para adesão de catadores avulsos às entidades associativas/cooperativas
Ausência de mercado para recicláveis no município	Fomentar a implantação de indústrias recicladoras

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

c) Coleta de Resíduos da Construção Civil e Volumosos (RCCV)

Segundo Myssior *et al.* (2017), o gerenciamento das ações de limpeza dos pontos de deposições clandestinas é de responsabilidade das Gerências Regionais de Limpeza Urbana (GERLUS), embasado em diretrizes definidas pela SLU.

O procedimento pode ser realizado de forma manual ou mecanizada, sendo avaliados o volume e o peso dos resíduos a serem recolhidos. A destinação dos RCCV coletados é realizada, desde 2013, na CTR Maquiné, pela empresa contratada pelo município e que dispõe de aterro de inertes (MYSSIOR *et al.*, 2017).

A Lei Nº 10534/2012 definiu que “os resíduos sólidos da construção civil e congêneres, da origem à destinação final, são de responsabilidade do gerador” (CMBH, 2012b):

O gerador garantirá o confinamento dos resíduos após a geração, até a etapa de transporte, assegurando, sempre que possível, a segregação na origem e as condições de reutilização e reciclagem (CMBH, 2012b).

Conforme Myssior *et al.* (2017), em 2017, havia 22 empresas transportadoras associadas com atuação em BH. Além das transportadoras sindicalizadas, há possibilidade de existirem outras empresas atuando no Município, legalizadas ou não, entretanto, essas não foram identificadas.

A Lei Nº 11.285/2021 (CMBH, 2021) regulamentava o transporte de RCCV em veículos de tração animal, prática considerada comum em BH. Entretanto, em julho de 2023, foi aprovado em 1º turno, o Projeto de Lei 545/2023, que altera a Lei Nº 11.285/2021 e proíbe em definitivo a utilização de veículos de tração animal no município a partir de 22/01/2026 (CMBH, 2023).

Segundo a SLU (2023), a “Reciclagem de entulho é a transformação dos resíduos da construção civil em agregados reciclados, que podem substituir a brita e a areia em elementos da construção civil que não tenham função estrutural”.

O processo é feito nas Estações de Reciclagem da Prefeitura, que recebem os resíduos de construção e demolição produzidos por grandes geradores que se utilizam de caminhões ou caçambas como meio de transporte. Atualmente, BH conta com duas estações: a da Pampulha, criada em 1996, e a da BR-040, implantada em 2006.

Elas estão instaladas em terrenos públicos com área mínima de 6 mil m², cercadas e dotadas de pontos de aspersão de água, para 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 (SLU, 2023).

Os valores do Relatório Anual de Atividades de Limpeza Urbana de 2022 (MAGALHÃES; LEITE; SANTOS, 2022) demonstram uma redução no percentual de resíduos sólidos reciclados ou com destino adequado, no ano de 2022 (1,46% ou um pouco mais de 14 mil toneladas, entre as 974.116,83 gerenciadas neste ano), quando comparado aos anos anteriores, que obtiveram valores entre 10% (em 2010 - mesmo ano da publicação da PNRS) a 0,65 %, em 2020, (ano auge da pandemia da Covid-19). Entretanto, mais da metade deste valor se refere aos materiais inertes, como os resíduos de construção civil e volumosos (0,81% ou quase 8 mil toneladas com destino adequado em 2022), como detalhado no Apêndice A.

Para todo o período analisado (2009 a 2022), a média anual dos valores de destinação correta dos RCC e de resíduos volumosos, como a reciclagem, é 52.445,05 toneladas, correspondendo a 3,63% de todo o volume gerenciado nestes 14 anos (SLU, 2009 a 2022).

Em comparação com o período de publicação da PNRS, observa-se um leve aumento dos valores de destinação correta dos resíduos de construção civil, do ano de 2009 para o de 2010, sendo que o cenário observado foi (SLU, 2009 a 2022):

- Antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2009):
 - 104.853,80 toneladas de RCC reciclados, correspondendo a 4,6% do total de 2.258.121,44 toneladas gerenciadas em 2009; e
- Após a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010):
 - Aumento para 136.424,40 toneladas de RCC reciclados (ou seja, 9,10%) do total de 1.500.658,18 toneladas de RS gerenciadas em 2010.

“Os resíduos da construção civil produzidos por pequenos geradores são recebidos nas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes (URPVs). Assim que estão devidamente segregados, eles são transportados para as usinas de reciclagem” (SLU, 2023).

Segundo a SLU (2023), as URPVs, criadas em 1995, são locais apropriados para a população entregar gratuitamente materiais que não são recolhidos pela coleta convencional, pois trata-se de equipamentos públicos destinados a aceitar o limite diário de 1m³ por viagem.

Tudo o que é encaminhado para as URPVs é separado em caçambas e recolhido regularmente pela Prefeitura, com destinação para a Área de Triagem e Transbordo da Central de Tratamento de Resíduos (CTR-Macaúbas). Após a triagem de recicláveis, rejeitos e inertes, parte dos resíduos vai para uma das duas Estações de Reciclagem de Entulho da PBH, onde é transformada em agregado reciclado, podendo novamente ser reintroduzido na cadeia da construção civil.

A Figura 5.4 ilustra 2 áreas de URPV localizadas em regionais distintas de Belo Horizonte.

Figura 5.4 – URPV´s localizadas em 2 regionais distintas de Belo Horizonte



Fonte: SLU (2023)

As normas de funcionamento de uma URPV contemplam os seguintes aspectos:

- É recebido até 1m³ por descarga/dia;
- Veículos leves podem realizar uma descarga por gerador/dia;
- Os resíduos devem ser descarregados pelo transportador, por tipo de material, nos locais indicados pelo operador;
- São expressamente proibidas a entrada de menores de idade e a permanência de pessoas estranhas na unidade.

As URPVs recebem estes tipos de resíduos sólidos, sempre respeitando o volume máximo de 1m³ por entrega (SLU, 2023):

- Entulho de construção e demolição, como sobras de tijolos, telhas, argamassa, pedra, terra não contaminada, dentre outros;
- Madeira e resíduos de podas de árvores e jardins; e
- Pneus (até 4 por gerador/dia), além de colchões, eletrodomésticos e móveis velhos.

Por fim, não são recebidos nas URPVs: restos de alimentos; resíduo doméstico que deve ir para a coleta convencional; animais mortos; resíduos líquidos e pastosos (óleo, lama, ácidos, graxas

e outros); resíduos de estabelecimentos de saúde e farmácias; resíduos comerciais e de fábricas; carcaças e partes de veículos; eletroeletrônicos, componentes de informática, lâmpadas, pilhas e baterias; e resíduos tóxicos em geral (SLU, 2023).

De acordo com Myssior *et al.* (2017), quanto à estrutura privada para recebimento dos RCCV, foram identificados em funcionamento, até o ano de 2017, em Belo Horizonte:

2 ATTs, na região do bairro Calafate e 1 Aterro de Inertes, na região do bairro Palmeiras. Entretanto, segundo informações da SMMA, não há nenhuma área receptora privada licenciada no Município, até o ano de 2017.

De acordo com o Plano Metropolitano de Gestão Integrada de Resíduos com foco em RCCV, foram identificadas 10 áreas receptoras de RCCV na Região Metropolitana de Belo Horizonte (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Em se tratando da infraestrutura (pública ou privada) para destinação de RCCV gerado em Belo Horizonte, havia em funcionamento, em 2017, conforme Myssior *et al.* (2017):

- 32 URPVs (estruturas públicas), especificamente voltadas ao atendimento do pequeno gerador, sendo que este valor já atualizado em 34 unidades (SLU, 2023);
- 2 Estações de Reciclagem de Entulho – ERE (estruturas públicas), que recebem somente o RCC tipo Classe A (de acordo com a Resolução CONAMA 307/2002) de grandes geradores. A ERE localizada na região Noroeste é parte integrante da CTRS-BR040, e obteve, em 2008, a Licença de Operação (adequação) do Conselho Municipal de Meio Ambiente de Belo Horizonte – COMAM, com validade até 2018. Possui capacidade nominal de 80 t/hora, enquanto a ERE Pampulha tem capacidade de 30 t/hora;
- 1 unidade mista - ATT (Área de triagem e transbordo) e Aterro de Inertes - CTR (Central de Tratamento de Resíduos) Maquiné, empreendimento privado, localizado no Município de Santa Luzia, que, por meio de contrato firmado com a SLU em 2012, era responsável pelo recebimento dos resíduos oriundos das URPV e coletados nos pontos de deposição clandestina de Belo Horizonte e pela sua destinação final.

Segundo a SLU (2023), “Belo Horizonte é considerada referência nacional na gestão e no gerenciamento público de resíduos da construção civil. Numa ação pioneira no país, foi implementado o Programa de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil no início dos anos 90. O trabalho inclui alternativas para o recolhimento e para a disposição adequados do entulho com a opção de reaproveitamento”.

A experiência de Belo Horizonte na gestão dos resíduos de construção e demolição foi utilizada como referência para a elaboração da Resolução Conama N° 307, de 5 de julho de 2002, que estabeleceu diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil em todo o território nacional.

O principal mérito do Programa de Correções Ambientais e Reciclagem de Entulho é o manejo diferenciado e a correção dos problemas ambientais decorrentes da deposição indiscriminada de entulho na malha urbana. A meta é a valorização econômica desses resíduos, pelo processo de reciclagem (SLU, 2023).

Resende (2016) também destaca o município de Belo Horizonte como pioneiro por conta do caso de sucesso na gestão de RCC no Brasil:

Em Belo Horizonte, para diminuir a disposição dos RCC em locais inapropriados, a prefeitura municipal (PBH) criou, em 1993, o Programa de Correção das Disposições Clandestinas e Reciclagem de Entulho, e a partir de então a cidade passou a ser considerada um caso de sucesso na gestão desses resíduos (RESENDE, 2016).

Além disto, Belo Horizonte apresenta outras ferramentas para o gerenciamento de RCC, como a Lei Municipal N° 10.522/2012, que estabelece o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos (CMBH, 2012a).

A síntese das principais lacunas e desafios referentes à gestão e gerenciamento dos RCCV é apresentada na Tabela 5.3, conforme Myssior *et al.* (2017).

Tabela 5.3 - Lacunas e Desafios para a gestão dos RCCV em Belo Horizonte

Lacunas	Desafios
Significativa ocorrência de deposições clandestinas, com aumento crescente	Ampliar a atuação da fiscalização de limpeza urbana
Ausência de regulamentação da Lei Municipal nº 10.522/2012	Regulamentar a Lei Municipal nº 10.522/2012
Deficiências operacionais e de gestão das ERE municipais	Definir a atuação do poder público municipal e melhorar a operação e gestão das ERE
Ausência de mercado estabelecido para o agregado reciclado no município	Promover o desenvolvimento do mercado de agregado reciclado no município e região Contribuir na divulgação das boas práticas de gerenciamento de RCCV, dos transportadores e das áreas receptoras licenciadas
Necessidade de agregar valor econômico ao RCC reciclado	Incentivar o uso do agregado reciclado, principalmente pelo poder público municipal
Carência de áreas de recebimento e tratamento de RCCV no município	Incentivar a identificação de áreas para recebimento e tratamento de RCCV
Restrições, quanto ao uso e ocupação do solo, para instalação de unidades de recebimento, triagem e processamento de RCCV	Adequação da legislação urbanística, com vistas a incorporar como equipamento urbano, em especial, as unidades de recebimento de pequenos volumes - URPV
Problemas estruturais e operacionais das URPV	Promover a melhoria operacional e de gestão das URPV, bem como incentivar sua divulgação junto à população
Falta de rastreamento do fluxo dos RCCV	Implantar Sistema Informatizado de Gerenciamento de RCCV

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

d) Coleta de Resíduos Sólidos Especiais

“São os resíduos que, por seu volume, peso, grau de periculosidade ou degradabilidade, ou por outras especificidades, exigem procedimentos especiais para seu gerenciamento, desde o

momento da geração até sua destinação final, considerando os impactos negativos e os riscos à saúde e ao meio ambiente” (SLU, 2023).

Segundo a PNRS e a Lei Municipal Nº 10.534/2012, a responsabilidade pela coleta, pelo transporte, pelo tratamento e pela destinação final dos resíduos sólidos especiais é do gerador, dentro da perspectiva da logística reversa.

A SLU somente executa o recolhimento, o transporte, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos especiais em caráter facultativo e a seu exclusivo critério, cobrando o respectivo preço público, de acordo com a tabela de preços públicos de serviços extraordinários, principalmente para o grande gerador (SLU, 2023).

Por isto, a SLU também orienta aos usuários quanto ao descarte de RS especiais, como medicamentos, eletroeletrônicos e pneus para grandes geradores (ou seja, mais de 4 unidades diárias) e resíduos de serviços de saúde. Desta forma, o descarte de medicamentos vencidos ou dentro da validade pode ser feito em um dos Centros de Saúde de BH. Orienta-se o não lançamento do produto em qualquer lugar e nem a deposição na coleta convencional. Alguns estabelecimentos, como farmácias e drogarias, costumam oferecer esta conveniência como uma estratégia para atrair seus consumidores e acaba sendo uma segunda alternativa (SLU, 2023).

Para os resíduos eletroeletrônicos, “a logística reversa é o sistema que promove o retorno do produto pós-consumo ao próprio setor empresarial responsável pela sua importação, fabricação, distribuição e comercialização. Ou seja: quem produz, importa ou vende o bem de consumo precisa recolher de volta” (SLU, 2023). Por isto, a SLU orienta que pilhas, baterias, lâmpadas, eletrodomésticos e equipamentos de informática devem ser descartados em pontos de entrega voluntária, como em redes de supermercados, grandes lojistas e em instituições de ensino.

Ressalta-se que a PNRS estabelece que o descarte de eletroeletrônicos em desuso, incluindo produtos de informática, deve ser objeto de logística reversa (BRASIL, 2010).

No que se refere ao envio de eletrodomésticos em desuso, lâmpadas, pilhas e baterias, a PNRS estabelece que eles devem ser objeto de logística reversa, cuja destinação precisa ser compartilhada com o distribuidor ou comerciante, importador ou fabricante. Assim, o cidadão deve procurar postos de recebimento gratuito para deixar esses materiais, que podem ser altamente tóxicos e nocivos ao meio (BRASIL, 2010).

Em Belo Horizonte, os pneus inservíveis podem ser descartados na Unidade de Recebimento de Pneus (URP) administrada pela Superintendência de Limpeza Urbana.

A URP, localizada na Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040, no km 531, no bairro Jardim Filadélfia, conta com uma área coberta de 200 m² e capacidade para armazenar até quatro mil pneus usados, recebendo diariamente uma média de 1.000 pneus, total de 24.000 mensais. Esses resíduos permanecem temporariamente armazenados no espaço, sendo posteriormente encaminhados para destinação final, em atendimento aos critérios legais, conforme legislação aplicável.

Os pneumáticos podem ser reaproveitados como combustível alternativo na indústria de cimento, na fabricação de solas de sapatos, borrachas de vedação, dutos pluviais, vasos para flores, pisos, tapetes para automóveis, entre outros. A unidade existe desde fevereiro de 2007 e aceita gratuitamente qualquer quantidade de pneus (SLU, 2023).

Segundo Myssior *et al.* (2017), a Reciclanip é uma organização, sem fins lucrativos, fundada em março de 2007, para promover a logística reversa de pneus residuais, com a participação de quatro grandes representantes do setor – Bridgestone, Goodyear, Michelin e Pirelli. Os pneus armazenados na URP, localizada dentro da CTRS BR-040, são recolhidos pela instituição, sendo que, a cada duas mil unidades reunidas na URP, a coleta é realizada.

Por fim, em relação aos estabelecimentos de saúde privados, “cabem a estas unidades a coleta e a destinação dos resíduos de serviços de saúde. A SLU é responsável por recolher apenas os resíduos comuns gerados nesses locais, até o máximo de 120 litros, por dia” (SLU, 2023).

Caso o estabelecimento produza uma quantidade superior a essa, uma empresa licenciada deve ser contratada para a realização do serviço, ou a própria SLU, pagando preço público para tal atividade (SLU, 2023).

A SLU não coleta os seguintes resíduos especiais: agrotóxicos, seus resíduos e suas embalagens; lodos e lamas oriundos de estações de tratamento de água, de esgotos sanitários, de fossas sépticas ou postos de lubrificação de veículos e resíduos provenientes de caixas de gordura ou outros produtos pastosos, que exalem odores desagradáveis; resíduos químicos em geral; resíduos sólidos de materiais bélicos e de explosivos; rejeitos radioativos; demais resíduos Classe I – Perigosos, em função de suas características de toxicidade, corrosividade,

reatividade, inflamabilidade, patogenicidade ou explosividade, tais como os patogênicos, os mutagênicos, os teratogênicos, os poluentes, os bioacumulativos e congêneres (SLU, 2023).

A Fundação Estadual de Meio Ambiente disponibiliza diversos documentos a respeito da logística reversa de resíduos especiais, tanto em Minas Gerais como no Brasil (FEAM, 2023c).

Diante disso, Myssior *et al.* (2017) apresentam a síntese das principais lacunas e desafios referentes à gestão e gerenciamento dos Resíduos Sólidos Especiais, conforme a Tabela 5.4.

Tabela 5.4 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos Especiais

Lacunas	Desafios
Indefinição do papel do município em relação à gestão dos resíduos reversos	Implantar a responsabilidade compartilhada (gerador, fabricante, comerciante, governo)
	Acompanhar andamento dos acordos e termos de compromissos entre os atores
	Estabelecer metas municipais
Não ressarcimento do poder público pelos serviços prestados: embalagens na coleta seletiva, pneus, veículos em fim de vida útil	Promover a discussão e a definição de responsabilidades dos agentes envolvidos
Conscientização da população de sua responsabilidade quanto aos RS reversos	Promover educação ambiental e comunicação social à população
Deficiência na fiscalização da implantação dos sistemas de logística reversa municipal	Promover ações eficientes de fiscalização

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

e) Serviços de limpeza pública

A Lei Municipal Nº 10534, de 10/09/2012, definiu em seu Artigo 9º que “os resíduos sólidos públicos serão acondicionados, armazenados e apresentados à coleta em conformidade com o regulamento desta lei, com as normas técnicas da SLU e com a legislação específica, incluindo os resíduos resultantes de poda de árvores em logradouro público” (CMBH, 2012b).

Segundo Myssior *et al.* (2017), a realização de serviços relacionados à limpeza de vias em Belo Horizonte ocorre, em sua maioria, por empresas terceirizadas contratadas para:

Varrição - Manual e mecanizada; Capina e Roçada - Manual e mecanizada; Limpeza de Bocas de Lobo - Manual e mecanizada; Lavação de Vias e Outros Logradouros Públicos; Limpeza Urbana em ZEIS (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Além da execução desses serviços planejados, a remoção de resíduos públicos é complementada pelos seguintes serviços, mediante liberação de Ordens de Serviço:

Limpeza de córregos; Limpeza manual de locais diversos - áreas e terrenos públicos e privados, bem como a limpeza eventual e extraordinária (varrição, capina e limpeza de bocas de lobo), em vias e outros logradouros; Raspagem de vias e de outros logradouros; Remoção de placas, faixas e cartazes; Mutirões de limpeza; Remoção de animais mortos; Limpeza de obras de arte de engenharia urbana e pintura de postes, hastes, superfícies e meios-fios; Remoção de pichação; Limpeza de eventos (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Os autores ressaltam que esses resíduos, após coletados, são encaminhados, em sua maioria, para disposição final no Aterro Sanitário do CTRS (Central de Tratamento de Resíduos Sólidos) de Macaúbas, no Município de Sabará. A única exceção dos resíduos provenientes dos outros serviços de limpeza urbana, devido à sua natureza, por exemplo pela presença de resíduos inertes, como são da construção civil e os volumosos, que são direcionados para a reciclagem.

Para a varrição, a fase de planejamento da atividade se divide na caracterização da área a ser atendida, com seus parâmetros básicos e suas características específicas: frequência, produtividade, extensões, pontos de apoio à equipe que executa a atividade, dimensionamento de mão de obra e de material. Posteriormente, são realizadas as etapas de implantação e monitoramento, conforme a SLU (2023).

A frequência de varrição varia conforme as características de ocupação dos logradouros, a intensidade do trânsito, o tipo de arborização e o fluxo de transeuntes, podendo ser: uma vez a cada duas semanas (quinzenalmente), semanal, alternada (duas, três ou seis vezes por semana) ou diariamente. Em alguns locais, devido ao intenso fluxo de pedestres e a expressiva atividade comercial, os serviços de varrição são executados de segunda-feira a sábado (SLU, 2023).

De 2009 a 2022, foram varridos, em média, 579.508 Km de vias e outros logradouros públicos. Os valores para varrição eram mais elevados entre os anos de 2013 a 2015, havendo um acréscimo de 2009 para 2010, mas com redução da quilometragem varrida a partir de 2016 (SLU, 2009 a 2022). A Tabela 5.5 resume os valores observados para dois serviços de limpeza urbana no município de Belo Horizonte, neste período: Varrição; e Capina e Poda.

Tabela 5.5 - Valores dos serviços de limpeza pública no município de Belo Horizonte

Ano	Varrição (Km)	Capina e Poda (Km)
2009	539.615,29	9.432,37
2010	576.652,32	12.497,04
2011	648.536,53	27.139,2
2012	691.528,33	19.160,96
2013	701.814,25	25.756,72
2014	711.542,65	28.671,35
2015	700.054,19	36.804,35
2016	524.276,00	27.389,86
2017	485.337,81	25.351,85
2018	511.574,11	30.356,17
2019	494.105,06	36.039,40
2020	507.774,79	35.910,54
2021	507.531,22	36.071,25
2022	512.769,14	36.634,55
Média	579.508,00	27.658,26

Fonte: adaptado SLU (2009 a 2022)

Para dar suporte às atividades de limpeza de vias, especialmente à varrição, Belo Horizonte conta com aproximadamente 26 mil cestos distribuídos nas áreas de maior fluxo de pedestres e

de comércio. Essas lixeirinhas são destinadas para o descarte de pequenos resíduos, tais como papéis, cascas de alimentos, pequenas embalagens, entre outros, gerados no dia a dia.

A instalação dos cestos, feita em conformidade com o Código de Posturas de Belo Horizonte e as leis de acessibilidade urbana, ocorre nas faixas de mobiliário urbano (ao longo do meio-fio), em praças, perto de travessias, pontos de ônibus e outros lugares onde for identificada a necessidade. A frequência da varrição no local também é levada em consideração, uma vez que são os garis que esvaziam os cestos. A SLU realiza a manutenção rotineira dos cestos e a eventual instalação de novas unidades, sempre que for necessário. Como obstáculos e restrições à instalação desses equipamentos na cidade, destacam-se a existência de redes subterrâneas que oferecem perigo na perfuração de passeios, postes com grande quantidade de tubos fixados ao seu redor, calçadas muito estreitas, acessos de garagens, além de rejeição ao equipamento por parte de alguns munícipes (SLU, 2023).

Sobre a Capina e a Poda, “são atividades de limpeza rotineiras nos logradouros públicos. O trabalho é feito com a remoção ou o corte, rente ao solo, da cobertura vegetal herbácea ou arbustiva em passeios, canteiros centrais e em faixas de rolamento das vias, junto às sarjetas, por meios manuais ou mecânicos”, ainda segundo a SLU (2023).

Ao todo, são mais de 3 mil km de vias atendidas, por mês, em Belo Horizonte. O serviço abrange toda a cidade, pelo menos, quatro vezes ao ano (SLU, 2023).

Conforme a Tabela 5.5, de 2009 a 2022, foram roçados e capinados, em média, 27.658,26 Km de vias e áreas ao longo do município. Trata-se de um serviço de limpeza urbana mais restrito, em termos de números, quando se comparado à varrição, mas que demonstrou acréscimo nos últimos anos, mantendo uma proximidade de valores entre os anos (SLU, 2009 a 2022).

Por fim, “a limpeza de córregos inclui os serviços de capina e roçada, retirada de entulho, resíduos e mato dos córregos de Belo Horizonte. Todos os córregos são limpos, pelo menos, três vezes por ano. A iniciativa impede o assoreamento dos córregos, diminuindo os riscos de enchentes durante o período chuvoso”, completa a SLU (2023).

Entre os resíduos recolhidos nos córregos, além do resíduo orgânico, estão restos de construção, pneus, latas, garrafas de plástico, móveis velhos, eletrodomésticos, brinquedos, garrafas, madeiras e outros objetos inusitados (SLU, 2023).

A Figura 5.5 ilustra a oferta do Serviço de Varrição (esquerda) e a prática da Capina/Roçada ao longo dos mais de 3900 km de vias e logradouros que compõem o município de Belo Horizonte.

Figura 5.5 – Serviço de Varrição (esquerda) e de Capina/Roçada realizados em 2 logradouros distintos do município de Belo Horizonte (direita)



Fonte: SLU (2023)

O PMGIRS-BH apresenta as principais lacunas e desafios referentes à gestão e gerenciamento dos resíduos públicos no município de Belo Horizonte, conforme síntese na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos Públicos em BH

Lacunas	Desafios
Dificuldades operacionais na prestação de serviços mecanizados de limpeza de logradouros públicos	Adequar os processos operacionais, visando à correta utilização dos equipamentos de limpeza urbana e a melhoria da eficiência dos mesmos
Falta de previsão de variações sazonais, na contratação dos serviços	Alterar os modelos de contratação, de forma a contemplar a sazonalidade
Falta de critérios que permitam a escolha assertiva do tipo de serviço a ser executado (capina e roçada)	Alterar os modelos de contratação, de forma a contemplar a diferenciação destes serviços
Participação de vários atores (SLU, GERMA, SUDECAP) na execução do serviço de limpeza de bocas de lobo	Definir responsável único para execução dos serviços de limpeza e manutenção de bocas de lobo

Tabela 5.6 - ...Continuação

Lacunas	Desafios
Dificuldades operacionais decorrentes da gestão compartilhada entre SLU e SARMU	Padronizar procedimentos operacionais, em consonância com as diretrizes da SLU, e melhorar os processos de informação e comunicação entre os responsáveis
Dificuldades na gestão dos serviços de limpeza urbana	Desenvolver e institucionalizar mecanismos de integração entre SLU, SMAFIS, SARMU (GERLU e GRFIS), com vistas à atuação articulada, para a busca de soluções para as questões relativas à gestão dos RS
Falta de conscientização da população sobre as responsabilidades relacionadas à manutenção da limpeza	Intensificar ações de educação ambiental Promover a conscientização da população, quanto à importância da manutenção da limpeza de passeios e lotes
Deficiência de recursos humanos e infraestrutura, para monitoramento da execução dos serviços prestados	Informatizar e otimizar o controle, a análise e o tratamento dos dados de produção Melhorar a infraestrutura e ampliar a equipe
Impacto econômico/financeiro decorrente da limpeza de eventos	Incentivar a integração da administração pública, conforme Decreto nº 15.801/2014, e conscientizar dos responsáveis por eventos privados quanto à limpeza Adequar os processos operacionais e contratuais, sobre a limpeza de eventos
Uso inadequado de água potável para lavagem de vias e outros logradouros públicos	Buscar fontes alternativas de captação de água e de processos de lavagem mais eficientes

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

f) Coleta de Resíduos com Característica Domiciliar de Grandes Geradores

Segundo a Lei Municipal Nº 10.534/2012, é considerado resíduo sólido especial:

“a parcela de resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, industriais, de prestação de serviços ou imóveis não residenciais, com características de RDO, que exceda o volume de 120 litros ou 60 quilos, por período de 24 (vinte e quatro) horas, por contribuinte, fixado para a coleta regular” (CMBH, 2017).

Desta forma, “os estabelecimentos comerciais, industriais, de prestação de serviços ou imóveis não residenciais, que gerarem resíduos com características domiciliares acima dos referidos limites, serão considerados grandes geradores e tais resíduos serão tratados como resíduos especiais” (MYSSIOR *et al.*, 2017):

A coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos resíduos com características de resíduos domiciliares gerados acima desses limites legais são da responsabilidade dos próprios geradores, uma vez que considerados como resíduos sólidos especiais, conforme estabelece o art. 37 da mencionada Lei Municipal, podendo a SLU oferecer facultativamente o serviço (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Apesar de serem considerados como geradores de resíduos especiais, não é exigida apresentação de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Especiais (PGRSE), mesmo que simplificado, aos estabelecimentos que excedam o limite de geração estabelecido pela Lei Municipal, conforme Myssior *et al.* (2017):

Os critérios para exigência de PGRSE deveriam considerar, por exemplo, a natureza da atividade econômica desenvolvida e a área ocupada, de forma que o processo de obtenção de alvará permitisse a identificação de possíveis geradores. No entanto, atualmente a exigência de implementação do PGRSE se dá, unicamente, quando o empreendimento se enquadra como de impacto ambiental ou urbanístico significativo (MYSSIOR *et al.*, 2017).

Diante disso, os autores Myssior *et al.* (2017) apresentaram a síntese das principais lacunas e desafios referentes à gestão e gerenciamento dos resíduos com característica domiciliar gerados por grandes geradores, conforme Tabela 5.7 e Myssior *et al.* (2017).

Tabela 5.7 - Lacunas e Desafios para a gestão dos Resíduos Sólidos com características domésticas para os grandes gerados em Belo Horizonte

Lacunas	Desafios
	Estimar geração de RS, por atividade e área ocupada pelo empreendimento
Dificuldade para identificação dos estabelecimentos grandes geradores	Adequar os processos de obtenção de alvarás de localização e funcionamento, com vistas a permitir a identificação dos possíveis grandes geradores
Dificuldades nas rotinas de cobrança e controle do serviço de coleta pela SLU	Adequar os processos de cobrança pelo serviço de coleta, transporte e destinação
Indefinição quanto à prestação do serviço de coleta pela SLU, já que não há obrigação	Elaborar estudo de viabilidade econômica
Carência de monitoramento e controle dos processos de licenciamento de veículos e equipamentos para coleta e transporte de resíduos especiais	Criar processo integrado e sistema informatizado de gestão destes resíduos, compatibilizado com os de análise e aprovação dos PGRSE

Fonte: adaptado Myssior *et al.* (2017)

g) Tratamento e disposição final de Resíduos Sólidos

“É responsabilidade da SLU a coleta, o transporte, o tratamento e a destinação final dos RS domiciliares e públicos, em condições que não apresentem riscos ao meio ambiente, à segurança ocupacional e à saúde individual ou coletiva e aos trabalhos desenvolvidos pelos catadores de materiais recicláveis”, definiu o Artigo 28 da Lei Municipal N° 10534/2012 (CMBH, 2012b):

Art. 33 - O tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos domiciliares e públicos somente poderão ser realizados em locais e por métodos aprovados, devidamente licenciados pelos órgãos ambientais competentes, em conformidade com a legislação e com as normas ambientais, com as disposições desta lei, de seu regulamento e normas técnicas da SLU (CMBH, 2012b).

Os resíduos de Belo Horizonte têm destino definido conforme especificidade do material. No geral, são direcionados, ainda em sua maioria, para a disposição final ou, a depender das suas

características, passam por um tratamento, como a compostagem, ou são direcionados para pontos específicos de reciclagem, como os materiais da coleta seletiva, pneumáticos e resíduos de construção civil, conforme explorado nos itens anteriores.

A Central de Tratamento de Resíduos Sólidos (CTRS) está localizada às margens da rodovia BR-040, na região Noroeste da capital, no bairro Jardim Filadélfia, e foi inaugurada em 17 de fevereiro de 1975, abrangendo alguns tipos de destino para os resíduos sólidos (SLU, 2023).

A CTRS ocupa uma área de aproximadamente 1 milhão de m², sendo que o espaço tomado com resíduos aterrados é de 650 mil m². No local, há cerca de 24 milhões m³ de resíduos e a altura do maciço de resíduos é de 65 metros (SLU, 2023).

Em julho do mesmo ano (1975), foi inaugurada a Usina de Beneficiamento de Lixo, do tipo Dano, de tecnologia dinamarquesa, destinada à triagem e compostagem do resíduo orgânico coletado no município, ambos no terreno da BR-040, segundo Dayrell; Pereira (2018).

A Usina de Beneficiamento de Lixo, parte do sistema de tratamento e destinação final, foi instalada com capacidade nominal de processamento de 150 t/dia de resíduos domiciliares e comerciais, sendo que, em 1991, foi instalado o galpão para processamento de composto orgânico, com 1000 m² de área construída. O sistema foi desativado em 1995, considerando o baixo rendimento operacional, e os elevados custos de manutenção (DAYRELL; PEREIRA, 2018).

A partir de então, em conformidade com o Modelo de Manejo Diferenciado de RS da SLU, foi implantado o tratamento dos resíduos orgânicos, por meio de compostagem dos resíduos provenientes de coleta seletiva nas fontes geradoras (feiras, sacolões, supermercados e estabelecimentos congêneres) e dos resíduos verdes provenientes das podas da arborização pública (DAYRELL; PEREIRA, 2018).

O aterro sanitário teve sua vida útil esgotada e sua operação encerrada em dezembro de 2007, operando por 32 anos, ao atingir a cota altimétrica máxima de 930 m nas células de aterragem.

Estima-se que, do início de sua operação em 1975 até dezembro de 2006, o aterro tenha acumulado a massa de 23,9 milhões de toneladas de RS, computado também, a partir de 1996, o resíduo de construção e de demolição como material aterrado (DAYRELL; PEREIRA, 2018).

Desde então, os resíduos coletados no município são destinados ao aterro sanitário licenciado da Central de Tratamentos de Resíduos (CTR) Macaúbas, no município de Sabará, na Região Metropolitana de BH (SLU, 2023). Para tanto, em junho de 2009, foi inaugurada a Estação de Transbordo, com o objetivo de aumentar a eficiência e reduzir custos no transporte de resíduos domiciliares para a CTR Macaúbas, em Sabará. A Estação de Transbordo recebeu os resíduos oriundos das Regionais Noroeste, Barreiro e Oeste (correspondendo a 45% dos resíduos gerados no município), até sua desativação em janeiro de 2016 (DAYRELL; PEREIRA, 2018).

Para contextualizar, a CTRS Macaúbas é de propriedade de um grupo privado, que, desde 2007, explora a área de uma antiga mineradora, em torno de 414 hectares, para a disposição final de resíduos sólidos, prestando este serviço para alguns município da RMBH, como Belo Horizonte, dentre outros (ASSIS, 2012).

Em 2008, foi inaugurada a Central de Aproveitamento Energético do Biogás, localizada no Aterro da BR 040, sendo considerada pioneira em Minas Gerais e o maior projeto mitigador de efeito estufa de Belo Horizonte. A estação processava e queimava o gás metano produzido a partir da decomposição do resíduo, principalmente a matéria-orgânica, aterrada no antigo aterro sanitário da SLU. A energia elétrica gerada era comprada pela Companhia Energética de Minas Gerais (Cemig) e distribuída por sua rede, conforme SLU (2023).

Com a central, deixaram de ser lançados na atmosfera cerca de 4 milhões de toneladas de resíduos equivalentes ao CO², no período de 15 anos (SLU, 2023).

O biogás também era utilizado como combustível para três motores capazes de gerar 1.426 MW de energia elétrica cada um, totalizando 4.278 MW de potência, o suficiente para abastecer 20 mil casas de consumo inferior a 100 KWh/mês (SLU, 2023).

Entretanto, a geração de energia termoelétrica cessou em outubro de 2021 e, atualmente, é feita somente a queima do biogás. Segundo informações internas da SLU, a Central de Aproveitamento Energético do Biogás, do Aterro da BR 040, será 100% desativada em 2024.

A Figura 5.6 ilustra a área referente à CTRS da BR 040 (esquerda) e sua antiga Usina de Biogás (direita), que será desativada por completo até 2024.

Figura 5.6 – CTRS da BR 040 (esquerda) e sua antiga Usina de Biogás (direita)



Fonte: SLU (2023)

Mesmo não recebendo mais resíduos para aterramento, ainda funcionam na área da CTRS do Aterro da BR 040, a Unidade de Compostagem (desde 1995), a Estação de Reciclagem de Entulho (desde 2006), a Unidade de Recebimento de Pequenos Volumes (desde 2008) e, desde 2009, a Unidade de Recebimento de Pneus (SLU, 2023).

A Figura 5.7 ilustra o pátio de compostagem (esquerda) e a Unidade de Recebimento de Pneus (direita), ambos localizados dentro da CTRS da BR 040, em Belo Horizonte.

Figura 5.7 – Pátio de Compostagem (esquerda) e Unidade de Recebimentos de Pneus (direita) localizados na CTRS da BR 040 em BH



Fonte: SLU (2023)

Já a Figura 5.8 ilustra a CTR de Macaúbas (esquerda), localizada no município de Sabará, e a Estação de Reciclagem de Entulho (direita), da CTRS da BR 040.

Figura 5.8 – Vista aérea da CTR de Macaúbas (esquerda), no município de Sabará, e da Estação de Reciclagem de Entulho (direita), na CTRS da BR 040



Fonte: SLU (2023)

Por fim, o Plano de Encerramento elaborado para o aterro sanitário da CTRS BR-040 contempla os procedimentos para a conservação e manutenção da área, integrados a um programa de monitoramento ambiental e geotécnico e de restauração ambiental das áreas degradadas e manutenção da Unidade de Educação Ambiental (DAYRELL; PEREIRA, 2018).

As condicionantes ambientais, estabelecidas para o encerramento da disposição dos RS domiciliares e urbanos de BH no aterro sanitário da BR-040, definiram que a referida área seria destinada à implantação gradual de um parque-aterro (SLU, 2023).

Com essa perspectiva, em maio de 2018, foi concluída a elaboração do Plano de Manejo da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da SLU (CTRS BR-040), conforme documento de Dayrell; Pereira (2018).

Sob coordenação da SLU, participação da comunidade acadêmica e de equipe multidisciplinar da Prefeitura, o plano propõe novos usos para o equipamento público, com previsão de áreas livres, espaços dedicados à prática esportiva, ao lazer ativo e contemplativo, além da introdução de hortas comunitárias, bem como a manutenção

e a otimização das práticas necessárias para a estabilização do maciço desse antigo aterro (SLU, 2023).

Em relação aos valores do Relatório Anual de Atividades de Limpeza Urbana de 2022 (MAGALHÃES; LEITE; SANTOS, 2022) demonstram a manutenção de um alto percentual de aterramento dos resíduos sólidos em Belo Horizonte, correspondendo a 953.964,96 toneladas (ou seja, quase 97,93%) do total de 974.116,83 toneladas gerenciadas em 2022 (Apêndice A).

O panorama observado em 2022 não difere muito percentualmente de todo o período analisado (2009 a 2022), uma vez que, a média anual dos valores de aterramento é 94,84% ou 1.233.605 toneladas (SLU, 2009 a 2022). Este montante de resíduos aterrado em 2022 pode ser justificado pela manutenção do baixo percentual do destino econômico e ambientalmente mais sustentável dos RS, principalmente os potencialmente recicláveis, o que caracteriza um cenário considerado insuficiente quando se destaca que a PNRS foi publicada há mais de 13 anos (Apêndice A).

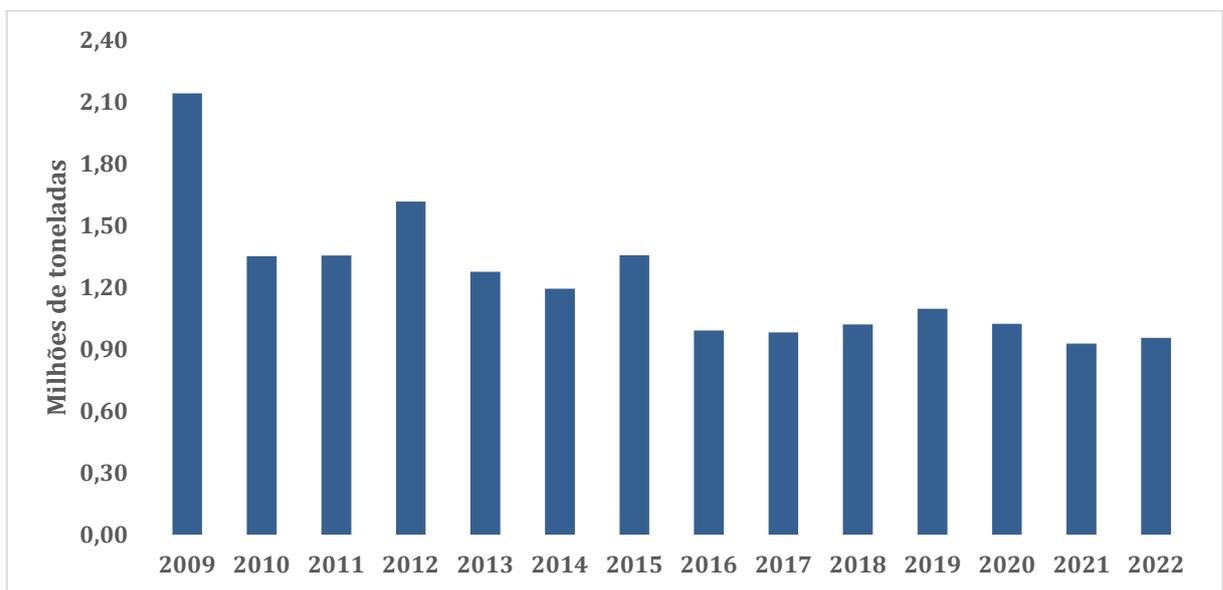
Em comparação com o período de publicação da PNRS, observa-se um leve decréscimo dos valores de disposição final de resíduos sólidos, do ano de 2009 para o de 2010, somado à brusca redução da quantidade total de resíduos gerenciadas em 2010, quase 760 mil toneladas a menos. Com as informações disponíveis, não é possível afirmar quais fatores implicaram nesta redução brusca de valores de um ano para o outro. E mesmo que se tenha observado um aumento tímido no percentual de material reciclado, este não pode ser considerado suficiente para justificar tamanha diferença observada.

O cenário observado entre os anos de 2009 e 2010 foi (SLU, 2009 a 2022):

- Antes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (2009):
 - 2.139.687,02 toneladas de RS aterrados correspondendo a 94,8% do total de 2.258.121,44 toneladas gerenciadas em 2009; e
- Após a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010):
 - 1.350.565,08 toneladas de RS aterrados, correspondendo (ou seja, 90,0%) do total de 1.500.658,18 toneladas de RS gerenciadas em 2010.

A Figura 5.9 ilustra o panorama da disposição final de resíduos sólidos em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022, em termos de milhões de toneladas de resíduos aterrados nestes 14 anos. O Gráfico confirma o cenário analisado entre os anos de 2009 e 2010, com o decréscimo do montante aterrado, em termos de milhões de toneladas, o que, em média, se manteve para os anos seguintes. Estas informações estão detalhadas no Apêndice A deste trabalho.

Figura 5.9 - Disposição final de RS em Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022, em termos de milhões de toneladas aterradas



Fonte: adaptado SLU (2009 a 2022)

Entretanto, quando se analisa percentualmente, se observa um leve acréscimo do total de resíduos que foram direcionados para a disposição final. Uma das principais justificativas é a redução, em quantidade, da disposição final dos RCCV (conforme já demonstrado no tópico c) deste trabalho: *Coleta de Resíduos da Construção Civil e Volumosos*), que em parte foi reciclado, não foi gerado ou até mesmo nem coletado, o que pode ter contribuído para a redução em termos de milhares de toneladas aterradas, quando se considera a densidade deste material. Por outro lado, não se aumentou, e até mesmo reduziu, o cenário da compostagem e da reciclagem de materiais inertes (como demonstrado no tópico b deste trabalho): *Coleta Seletiva de resíduos inertes e orgânicos*), o que contribui para o aumento do percentual a ser aterrado.

Um estudo feito por Marques *et al.* (2023) apresentou os resultados do 6º Inventário de Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), referente ao período de 2009 a 2021, com o objetivo de estabelecer o perfil de emissões da cidade em uma projeção temporal na mesma fundamentação metodológica.

O inventário de emissões de GEE consiste em quantificar as emissões de GEE, bem com as emissões reduzidas nos sumidouros. Trata-se, portanto, de uma base para avaliar os impactos climáticos por setores específicos e os esforços de mitigação, constituindo em um dos instrumentos da Política Municipal de Enfrentamento às Mudanças Climáticas (MARQUES *et al.*, 2023).

Dentre as fontes de emissões de Gases de Efeito Estufa estão as do Setor de Resíduos, como a disposição de resíduos em aterro sanitário e tratamento biológico de resíduos (compostagem). Com relação à CTRS da BR 040 e à CTR de Macaúbas, o estudo mostrou significativa contribuição dessas áreas na emissão de Gases de Efeito Estufa, e, embora a implantação das usinas de aproveitamento energético tenha resultado em decaimento dessas emissões, as Centrais de Tratamento de RS continuam sendo consideradas um passivo ambiental expressivo, principalmente pelo volume de material aterrado (MARQUES *et al.*, 2023).

5.2 Avaliação da adequabilidade do Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte

Com base nos Relatórios da SLU (período 2009 a 2020) e com informações obtidas diretamente com um representante da SLU (profissional graduado em Engenharia Civil, com especialização em Saneamento), por meio de um questionário Google *Forms*, foram obtidas informações que permitiram preencher as Planilhas para o cálculo do ICGRA.

Em relação aos 40 indicadores originais do ICGR, os valores estão expressos na Tabela 5.8.

É possível perceber que, para a maioria dos indicadores, o município de Belo Horizonte se mostra bem avaliado. Entretanto, quando se avalia a questão da coleta seletiva (principalmente em termos de abrangência e área de cobertura), coleta de resíduos especiais (como pilhas e eletroeletrônicos) e operação de usina de reciclagem, o município tem um serviço avaliado aquém do esperado, ou seja, ruim ou inexistente.

Tabela 5.8 - Planilha do ICGRA, com os 40 indicadores originais do ICGR para BH

Item	Subitem	Avaliação	Peso	Ponto	Item	Subitem	Avaliação	Peso	Ponto
C A R A C T E R Í S T I C A S D O S I S T E M A	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	C ≥ 90%	5	5		Remoção do resíduo público	Adequada	4	4
	Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcialmente implantada	3	3		Operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	Adequada	5	5
	Coleta de RSS	Realiza Controla	2	2		Operacionalização da coleta seletiva	Parcialmente adequada	3	3
	Coleta de resíduos da construção civil	Realiza Controla	3	3		Controle financeiro do sistema	Realiza	3	3
	Coleta de eletrônicos, baterias, pilhas	Não	0	0		Controle de desempenho	Realiza	3	3
	Coleta de pneus	Sim/Sem relevância	1	1		Avaliação crítica: objetivo/metasp	Realiza	2	2
	Aspecto visual dos logradouros quanto à varrição	Bom	4	4	C O N D I Ç Õ E S O P E R A C I O N A I S	Destinação final de RSS	Adequada	3	3
	Aspecto visual logradouros quanto à capina, roçada e poda	Regular	2	2		Operação de usina de reciclagem	Inadequado Inexistente	0	0
	Frota de veículos e equipamentos	Adequada e suficiente	4	4		Reaproveitamento dos resíduos orgânicos	Parcial	2	2
	Existência de papeléiras e coletores nos locais públicos	Regular	2	2		Destinação final dos RSU do município	Aterro sanitário	5	5
Subtotal 1	Máximo	32	26	Destino final dos RCC		Reutilização Reciclagem	4	4	
Controle de solicitações e reclamações	Sim	2	2	Realização de limpeza de ralos e sarjetas		Sim	2	2	
Existência de equipe de fiscalização	Sim	3	3	Remoção de animal morto e veículo abandonado		Sim/ Através de solicitação	2	2	
Existência de Plano de Gestão	Sim	5	5	Limpeza especial: terrenos vazios, favelas		Sim	2	2	
Planejamento da coleta regular	Sim	4	4	Controle utilização/manutenção frota		Realiza Terceiros	4	4	
Plano de integrado de gestão RCC	Sim	3	3	Controle acidentes de trabalho		Sim	3	3	
Planejamento da gestão de RSS	Sim	3	3	Controle utilização EPI's	Sim	4	4		
Planejamento da varrição logradouros	Sim/ Diária	3	3	Controle absenteísmo nas equipes	Sim	3	3		
P L A N E J A M E N T O D O S I S T E M A	Existência plano capina, roçada e poda	Sim	2	2	Subtotal 3	Máximo	60	54	
	Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial	3	3	Soma dos pontos (Subtotal 1 + 2 + 3)		130	116	
	Auto sustentabilidade econômica	Sim	3	3	ICGR = Soma dos pontos / 13		ICGR = 8,92		
	Programa de inclusão de catadores	Sim/ Aus. catadores	3	3	ICGR (DANTAS, 2008)		Avaliação		
	Apoio gestão participativa e consórcios	Sim	2	2	0,0 a 7,9		Gestão inadequada		
					8,0 a 10,0		Gestão adequada		
	Subtotal 2	Máximo	38	36	Resultado para Belo Horizonte		Gestão adequada		

Já com uma avaliação regular foi observado este cenário para o “Aspecto visual logradouros quanto à capina, roçada e poda”, “Existência de papelarias e coletores nos locais públicos”, “Programa de educação ambiental e conscientização”, “Operacionalização da coleta seletiva” e “Reaproveitamento dos resíduos orgânicos”.

Observa-se que o Item “Características do Sistema” foi o que, percentualmente, obteve a menor nota (26 pontos dentre os 32 que estavam sendo avaliados, ou seja, 81,25% do total). Em seguida, o Item “Condições Operacionais” atingiu 90% dos 60 pontos que estavam sendo avaliados, correspondendo a 54 pontos. Por fim, o Item “Planejamento do Sistema” se destacou por quase obter 95% (94,74%) do total de 38 pontos que estavam sendo avaliados, ou seja, 36 pontos foi o resultado, não atingindo o total pela falta integral de um Programa de educação ambiental e conscientização no município.

Em termos gerais, Belo Horizonte foi bem avaliado quando se refere ao Índice de Condição de Gestão de Resíduos, obtendo 116 pontos do total de 130 que foram avaliados, o que corresponde a 89,23% do total.

Desta forma, com relação à adequabilidade do sistema, para os Itens “Características do Sistema”, “Condições Operacionais” e “Planejamento do Sistema”, pode-se, dizer, por meio do ICGR, que o município possui uma Gestão Adequada, uma vez que obteve um valor de 8,92, estando dentro da faixa de 8,0 a 10,00.

Já a Tabela 5.9 avalia os 22 indicadores acrescidos e que irão compor o ICGR atualizado.

Observa-se que a maioria dos indicadores foi bem avaliado, principalmente em relação à mão de obra, investimento em tecnologia e monitoramento do serviço.

Entretanto, pontos como “Operação e triagem de RS licenciado funcionando” se mostraram ruins ou inexistentes, e indicadores como “Sistemas de normatização para logística reversa dos produtos do Art. 33 PNRS”, “Coletores públicos específicos para segregação na geração”, “Sistemas de barreiras para proteção e manutenção dos cursos d’água” e “Incentivos econômicos/tributários para ações dos 3 R’s” foram avaliados como regulares. Nota-se que a maiores destes indicadores tem relação direta com o sistema de coleta seletiva (seja do pequeno

ou do grande gerador) e que ainda se mostra bastante incipiente comparado ao potencial e demanda que o município de Belo Horizonte possui.

Tabela 5.9 - Planilha do ICGRA, com os 22 indicadores acrescidos e preenchidos para BH

Item	Subitem	Avaliação	Peso	Ponto	Item	Subitem	Avaliação	Peso	Ponto
I N D I C A D O R E S	Sistemas de normatização para logística reversa dos produtos do art 33 PNRS	Alguns produtos	2	2	I N D I C A D O R E S	Uso veículos específicos em área de difícil acesso	Sim Não necessita	3	3
	Profissionais envolvidos no GRS de cargo efetivo e formados na área	Sim, todos	3	3		Sistemas de barreiras para proteção e manutenção dos cursos d'água	Alguns pontos	2	2
	Plano de contingência para greves funcionários da limpeza	Sim	3	3		Disponibilizador de coletor adequado para armazenamento pré-coleta	Sim	3	3
	Alocação funcionários conforme idade e condição física	Sim	2	2		Remoção de materiais inservíveis como móveis, pneus	Sim	2	2
	Sistema de informações sobre o GRS em site ou página específicos	Sim, implantado	4	4		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Incipientes	2	2
	Controle da frota por GPS e/ou SIG	Sim	3	3		Operação, triagem e aproveit. RCC	Sim	3	3
	Monitoramento de áreas de disposição irregular RS desativadas	Sim ou Não possui	4	4		Preenchimento informações SNIS	Sim, todas	4	4
	Coletores públicos específicos para segregação na geração	Em parte do município	2	2		Contrato de monitoramento geotécnico e ambiental de aterros	Sim + fechamento	5	5
	Operação triagem de RS licenciado funcionando	Não	0	0		Dados relativos aos custos da destinação de RS	Sim	2	2
	Horários alternativos de coleta p/ redução impactos no trânsito	Sim/ Não necessário	3	3		Contratação seguro de responsabilidade civil geradores RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim	3	3
T É C N I C A S	Coleta e/ou aproveitamento Biogás na área disposição RS	Coleta + geração de energia	5	5	Subtotal 4	Máximo	73	29	
	Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	Sim	2	2	Soma dos pontos máximos (subtotal 1 + 2 + 3 + 4)		203	178	
	Subtotal máximo		40	33	ICGRA = Soma dos pontos / 20,3		ICGRA = 8,77		
					ICGRA		Avaliação		
					0 a 7,98		Gestão inadequada		
					8,0 a 10,0		Gestão adequada		
					Resultado para Belo Horizonte		Gestão adequada		

Os dados observados nos Relatórios da SLU, no período de 2009 a 2022, confirmam esse cenário e demonstram a baixa efetividade da coleta seletiva em Belo Horizonte.

No geral, dentre os 73 pontos avaliados para o Item “Indicadores da PNRS e Novas Técnicas”, o município de Belo Horizonte se mostrou bem avaliado, obtendo quase 85% (84,93%), ou seja, 62 pontos do total, mantendo-se na média observada para os demais Itens avaliados na Tabela 5.8. A soma total dos 4 Itens avaliados (“Características do Sistema”, “Condições Operacionais”, “Planejamento do Sistema” e “Indicadores da PNRS e Novas Técnicas”) também obteve uma nota expressiva, 178 pontos, dentre os 203 somados, ou seja, 87,68% do total, mantendo-se na média já observada, correspondendo a uma boa avaliação ao que se refere ao Índice de Condição de Gestão de Resíduos Atualizado.

Em termos da adequabilidade do sistema, pode-se dizer, pelo ICGRA, que BH possui uma Gestão Adequada, uma vez que obteve um valor de 8,77, estando dentro da faixa de 8,0 a 10,00.

Entretanto, nota-se uma leve queda quando comparado com o valor do ICGR (8,92) calculado anteriormente, na Tabela 5.8, o que corresponde a menos de 1,70% de redução. Mesmo com um redução pequena, em termos percentuais, o dado se mostra relevante e reforça a necessidade do município em investir em serviços que norteiam os principais instrumentos e princípios da PNRS, como o aumento da cobertura e efetividade dos programas de coleta seletiva.

A Tabela 5.10 resume os valores obtidos para o ICGR e ICGRA, respectivamente, nas Tabelas 5.8 e 5.9, conforme os valores totais atribuídos, aqueles pontuados para o município de Belo Horizonte e o percentual correspondente.

Tabela 5.10 – Resumo da pontuação referente ao ICGR e ICGRA calculados para o município de Belo Horizonte

		Item	Total	Pontuado	%
ICGR	1	Características do Sistema	32	26	81,25
	2	Condições Operacionais	60	54	90,00
	3	Planejamento do Sistema	38	36	94,74
	Soma = 1+2+3	8,92 (Gestão adequada)	130	116	89,23
ICGRA	4	Indicadores da PNRS e Novas Técnicas	73	62	84,93
	Soma = 1+2+3+4	8,77 (Gestão adequada)	203	178	87,68

Ressalta-se que, como parte dos serviços de limpeza urbana ofertados ao munícipes de BH são realizados por algumas empresas terceirizadas pela SLU e os indicadores foram preenchidas com base em informações disponibilizadas apenas pela Autarquia, a restrição de alternativas para as respostas dos indicadores (como sim, parcialmente e não) podem ter limitado ou até distorcido parte dos resultados. Desta forma, algumas destas respostas, por serem tão pontuais e restritas, podem não condizer com a realidade prática, uma vez que não foram considerados os diferentes atores e modelos de execução do serviço de limpeza urbana no município.

Além disto, alguns indicadores deveriam ser direcionados ao prestador do serviço e não à Autarquia que o administra, como o indicador “Contratação seguro de responsabilidade civil geradores RS perigosos (art 40 PNRS)”. Com isto, por serem classificados como resíduos especiais, devem ser gerenciados pelo gerador ou empresa contratada por este gerador para a gestão dos resíduos, logo, a avaliação do indicador também deveria ter sido feita pelas empresas que geram e/ou fazem a gestão deste tipo de resíduo.

Com isto, conforme preconizou Assis (2012), é inegável a relevância dos indicadores para uma avaliação quantitativa e comparativa do gerenciamento de resíduos sólidos municipal.

É necessário que os indicadores sejam representativos, mensuráveis e comparáveis; e que os dados obtidos tenham confiabilidade, atualização cronológica e representem a realidade estudada. À medida que vão sendo geradas informações de nível local, vai se tornando mais consistente a aplicação de indicadores, cuja apreciação poderá colaborar para aumentar a eficiência da gestão. A comparação entre indicadores gerará subsídios para auxiliar a tomada de decisão em nível local e regional (ASSIS, 2012).

Entretanto, vale ressaltar que os indicadores isoladamente ou até mesmo constituindo um índice não representam a definição final para o assunto e não devem ser aplicados sem a análise prévia da realidade estudada. Pelo fato de o gerenciamento de resíduos sólidos envolver muitos atores sociais e variáveis distintas, como é o caso de Belo Horizonte, a avaliação da qualidade do serviço de limpeza urbana baseada somente nos indicadores pode se mostrar limitada.

Mesmo assim, esta avaliação não deixa de ser representativa e pode ser considerada como um norte, indicando os pontos de relevância e carência a serem explorados e melhorados no GRS municipal, quando associada a outras informações, diagnósticos e estudos complementares.

5.3 Apresentação dos principais instrumentos e princípios que compõem a PNRS e a aplicação destes no Gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte

Realizou-se uma correlação entre as informações extraídas dos Relatórios da SLU (período 2009 a 2022) e os indicadores propostos para compor o índice de adequabilidade do GRS com os princípios e instrumentos que compõem a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esse confronto dos dados está expresso na Tabela 5.11 de forma mais objetiva e pontual, e separado entre o grupo de princípios e o de instrumentos da PNRS.

Tabela 5.11 – Correlação entre os princípios e instrumentos da PNRS, os indicadores do ICGRA e o panorama do gerenciamento de resíduos sólidos em BH

Nº	Princípio	Indicador	Abordagem GRS BH
I	a prevenção e a precaução	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	Sim
		Coleta de RSS	Sim
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de pneus	Sim
		Existência de papelarias e coletores nos locais públicos	Parcial
		Aspecto visual dos logradouros quanto à varrição	Sim
		Aspecto visual logradouros quanto à capina, roçada e poda	Parcial
		Planejamento da coleta regular	Sim
		Planejamento da varrição logradouros	Sim
		Remoção do resíduo público	Sim
		Operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	Sim
		Destinação final de RSS	Sim
		Destinação final dos RSU do município	Sim
		Destino final dos RCC	Sim
		Realização de limpeza de ralos e sarjetas	Sim
		Remoção de animal morto e veículo abandonado	Sim
		Controle acidentes de trabalho	Sim
		Controle utilização EPI's	Sim
		Controle absenteísmo nas equipes	Sim
		Plano de contingência para greves funcionários da limpeza	Sim
		Alocação funcionários conforme idade e condição física	Sim
		Controle da frota por GPS e/ou SIG	Sim
		Monitoramento áreas de disposição irregular RS desativadas	Sim
		Coleta e/ou aproveitamento Biogás na área disposição RS	Sim
		Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	Sim
		Sistemas barreiras para proteção e manutenção cursos d'água	Parcial
Disponibilizador coletor adequado armazenam. pré-coleta	Sim		
Operação, triagem e aproveitamento RCC	Sim		
Contrato monitoramento geotécnico e ambiental de aterros	Sim		
II	o poluidor-pagador e o protetor-recebedor	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	Sim
		Coleta de RSS	Sim
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Controle financeiro do sistema	Sim
		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial

Tabela 5.11 – ...Continuação

Nº	Princípio	Indicador	Abordagem GRS BH
III	a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	Sim
		Coleta de RSS	Sim
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Existência de Plano de Gestão	Sim
		Remoção do resíduo público	Sim
		Avaliação crítica: objetivo/metas	Sim
		Destinação final de RSS	Sim
		Destinação final dos RSU do município	Sim
		Destino final dos RCC	Sim
		Realização de limpeza de ralos e sarjetas	Sim
		Remoção de animal morto e veículo abandonado	Sim
		Sistemas de normatização para logística reversa: art 33 PNRS	Parcial
		Limpeza especial: terrenos vazios, favelas	Sim
		Horários alternativos coleta p/ redução impactos no trânsito	Sim
		Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	Sim
		Uso veículos específicos em área de difícil acesso	Sim
		Disponibilizador coletor adequado armazenam. pré-coleta	Sim
		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial
		Operação, triagem e aproveitamento RCC	Sim
		Preenchimento informações SNIS	Sim
Contrato de monitoramento geotécnico e ambiental de aterros	Sim		
IV	o desenvolvimento sustentável	Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de pneus	Sim
		Existência de Plano de Gestão	Sim
		Planejamento da coleta regular	Sim
		Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Auto sustentabilidade econômica	Sim
		Operacionalização da coleta seletiva	Parcial
		Controle financeiro do sistema	Sim
		Controle de desempenho	Sim
		Destinação final de RSS	Sim
		Controle utilização/manutenção frota	Sim
		Profissionais no GRS de cargo efetivo e formados na área	Sim
		Plano de contingência para greves funcionários da limpeza	Sim
		Controle da frota por GPS e/ou SIG	Sim
		Monitoramento áreas de disposição irregular RS desativadas	Sim
		Coletores públicos específicos para segregação na geração	Parcial
		Coleta e/ou aproveitamento Biogás na área disposição RS	Sim
		Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	Sim
		Sistemas barreiras para proteção e manutenção cursos d'água	Parcial
		Remoção de materiais inservíveis como móveis, pneus	Sim
		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial
		Contrato de monitoramento geotécnico e ambiental de aterros	Sim
		Dados relativos aos custos da destinação de RS	Sim
		Existência de equipe de fiscalização	Sim
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de pneus	Sim
		Auto sustentabilidade econômica	Sim
		Controle de desempenho	Sim
		Controle utilização/manutenção frota	Sim
		Controle acidentes de trabalho	Sim
		Controle utilização EPI's	Sim
		Controle absenteísmo nas equipes	Sim
		Profissionais no GRS de cargo efetivo e formados na área	Sim
		Plano de contingência para greves funcionários da limpeza	Sim
		Alocação funcionários conforme idade e condição física	Sim
Controle da frota por GPS e/ou SIG	Sim		
Monitoramento áreas de disposição irregular RS desativadas	Sim		
Coleta e/ou aproveitamento Biogás na área disposição RS	Sim		
Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	Sim		
Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial		
Dados relativos aos custos da destinação de RS	Sim		

Tabela 5.11 – ...Continuação

Nº	Princípio	Indicador	Abordagem GRS BH
VI	a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade	Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Avaliação crítica: objetivo/metasp	Sim
		Sistemas de normatização para logística reversa: art 33 PNRS	Parcial
VII	a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim
		Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de eletrônicos, baterias, pilhas	Não
		Coleta de pneus	Sim
		Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Remoção de animal morto e veículo abandonado	Sim
		Disponibilizador coletor adequado armazenam. pré-coleta	Sim
VIII	o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania	Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim
		Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de eletrônicos, baterias, pilhas	Não
		Coleta de pneus	Sim
		Operacionalização da coleta seletiva	Parcial
		Operação de usina de reciclagem	Não
		Reaproveitamento dos resíduos orgânicos	Parcial
		Sistemas de normatização para logística reversa: art 33 PNRS	Parcial
		Coletores públicos específicos para segregação na geração	Parcial
		Operação triagem de RS licenciado funcionando	Não
IX	o respeito às diversidades locais e regionais	Remoção de materiais inservíveis como móveis, pneus	Sim
		Operação, triagem e aproveitamento RCC	Sim
		Limpeza especial: terrenos vazios, favelas	Sim
		Horários alternativos coleta p/ redução impactos no trânsito	Sim
X	o direito da sociedade à informação e ao controle social	Uso veículos específicos em área de difícil acesso	Sim
		Disponibilizador coletor adequado armazenam. pré-coleta	Sim
		Controle de solicitações e reclamações	Sim
XI	a razoabilidade e a proporcionalidade	Auto sustentabilidade econômica	Sim
		Controle financeiro do sistema	Sim
		Controle de desempenho	Sim
		Sistema de informações GRS em site ou página específicos	Sim
		Limpeza especial: terrenos vazios, favelas	Sim
		Horários alternativos coleta p/ redução impactos no trânsito	Sim
Nº	Instrumento	Indicador	Abordagem GRS BH
I	os planos de resíduos sólidos	Existência de Plano de Gestão	Sim
		Planejamento da coleta regular	Sim
		Plano de integrado de gestão RCC	Sim
		Planejamento da gestão de RSS	Sim
		Planejamento da varrição logradouros	Sim
		Existência plano capina, roçada e poda	Sim
II	os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos	Controle de solicitações e reclamações	Sim
		Sistema de informações GRS em site ou página específicos	Sim
		Preenchimento informações SNIS	Sim
III	a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos	Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Coleta de eletrônicos, baterias, pilhas	Não
		Coleta de pneus	Sim
		Sistemas de normatização para logística reversa: art 33 PNRS	Parcial
IV	o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis	Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim
		Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Programa de inclusão de catadores	Sim
		Coletores públicos específicos para segregação na geração	Parcial
		Operação triagem de RS licenciado funcionando	Não
Sistemas de normatização para logística reversa: art 33 PNRS	Parcial		

Tabela 5.11 – ...Continuação

Nº	Instrumento	Indicador	Abordagem GRS BH
V	o monitoramento e a fiscalização ambiental, sanitária e agropecuária	Controle de solicitações e reclamações	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
VI	a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos	Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Apoio gestão participativa e consórcios	Sim
		Avaliação crítica: objetivo/metras	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
VII	a pesquisa científica e tecnológica	Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim
		Avaliação crítica: objetivo/metras	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
VIII	a educação ambiental	Preenchimento informações SNIS	Sim
		Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
IX	os incentivos fiscais, financeiros e creditícios	Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Auto sustentabilidade econômica	Sim
X	o Fundo Nacional (FN) do Meio Ambiente e o FN Desenvolvimento Científico e Tecnológico	Controle de solicitações e reclamações	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
XI	o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir)	Controle de solicitações e reclamações	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
		Preenchimento informações SNIS	Sim
XII	o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (Sinisa)	Controle de solicitações e reclamações	Sim
		Sistema informações GRS em site ou página específicos	Sim
		Preenchimento informações SNIS	Sim
XIII	os conselhos de meio ambiente e, no que couber, os de saúde	Não foi identificada relação direta	Codema CMS-BH
XIV	os órgãos colegiados municipais destinados ao controle social dos serviços de resíduos sólidos urbanos	Apoio gestão participativa e consórcios	Sim
		o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos	Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)
XVI	os acordos setoriais	Apoio gestão participativa e consórcios	Sim
		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial
		Seguro responsabilidade gerador RS perigosos (art 40 PNRS)	Sim
		Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	Sim
		Coleta de RSS	Sim
		Coleta de resíduos da construção civil	Sim
		Controle financeiro do sistema	Sim
		Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial
		Coleta seletiva de resíduos recicláveis	Parcial
		Programa de educação ambiental e conscientização	Parcial
		Programa de inclusão de catadores	Sim
		Existência de Plano de Gestão	Sim
		Planejamento da coleta regular	Sim
		Plano de integrado de gestão RCC	Sim
Planejamento da gestão de RSS	Sim		
Planejamento da varrição logradouros	Sim		
Existência plano capina, roçada e poda	Sim		
Controle de solicitações e reclamações	Sim		
Preenchimento informações SNIS	Sim		
XVIII	os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta	Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial
		o incentivo à adoção de consórcios ou outras formas de cooperação entre os entes federados, com vistas à elevação das escalas de aproveitamento e à redução dos custos envolvidos	Apoio gestão participativa e consórcios
XIX	os termos de compromisso e os termos de ajustamento de conduta	Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	Parcial

Já a Tabela 5.12 resume a frequência de ocorrência dos indicadores do ICGR e ICGRA em termos dos princípios e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Tabela 5.12 – Frequência de ocorrência dos indicadores do ICGR e ICGRA em função dos princípios e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos

Índice	Indicador	Frequência de ocorrência		
		Princípio	Instrumento	Total
ICGR	Cobertura da coleta regular domiciliar e comercial	3	1	4
	Coleta seletiva de resíduos recicláveis	2	4	6
	Coleta de RSS	3	1	4
	Coleta de resíduos da construção civil	7	2	9
	Coleta de eletrônicos, baterias, pilhas	1	2	3
	Coleta de pneus	5	1	6
	Aspecto visual dos logradouros quanto à varrição	1	0	1
	Aspecto visual logradouros quanto à capina, roçada e poda	1	0	1
	Frota de veículos e equipamentos	0	0	0
	Existência de papelarias e coletores nos locais públicos	1	0	1
	Controle de solicitações e reclamações	2	5	7
	Existência de equipe de fiscalização	1	2	3
	Existência de Plano de Gestão	2	2	4
	Planejamento da coleta regular	2	2	4
	Plano de integrado de gestão RCC	0	2	2
	Planejamento da gestão de RSS	0	2	2
	Planejamento da varrição logradouros	1	2	3
	Existência plano capina, roçada e poda	2	0	2
	Programa de educação ambiental e conscientização	3	4	7
	Auto sustentabilidade econômica	3	1	4
	Programa de inclusão de catadores	0	2	2
	Apoio gestão participativa e consórcios	0	4	4
	Remoção do resíduo público	2	0	2
	Operacionalização da coleta regular domiciliar e comercial	1	0	1
	Operacionalização da coleta seletiva	2	0	2
	Controle financeiro do sistema	3	1	4
	Controle de desempenho	3	0	3
	Avaliação crítica: objetivo/metasp	2	2	4
	Destinação final de RSS	3	0	3
	Operação de usina de reciclagem	1	0	1
	Reaproveitamento dos resíduos orgânicos	1	0	1
	Destinação final dos RSU do município	2	0	2
	Destino final dos RCC	2	0	2
Realização de limpeza de ralos e sarjetas	2	0	2	
Remoção de animal morto e veículo abandonado	3	0	3	
Limpeza especial: terrenos vazios, favelas	3	0	3	
Controle utilização/manutenção frota	2	0	2	
Controle acidentes de trabalho	2	0	2	
Controle utilização EPI's	2	0	2	
Controle absentismo nas equipes	2	0	2	
ICGRA	Sistemas de normatização para logística reversa dos produtos do art 33 PNRS	3	2	5
	Profissionais envolvidos no GRS de cargo efetivo e formados na área	2	0	2
	Plano de contingência para greves funcionários da limpeza	3	0	3
	Alocação funcionários conforme idade e condição física	2	0	2
	Sistema de informações sobre o GRS em site ou página específicos	1	1	2
	Controle da frota por GPS e/ou SIG	3	0	3
	Monitoramento de áreas de disposição irregular RS desativadas	3	0	3
	Coletores públicos específicos para segregação na geração	2	1	3
	Operação triagem de RS licenciado funcionando	1	1	2
	Horários alternativos de coleta p/ redução impactos no trânsito	3	1	4
	Coleta e/ou aproveitamento Biogás na área disposição RS	3	1	4

Tabela 5.12 – ...Continuação

Índice	Indicador	Frequência de ocorrência		
		Princípio	Instrumento	Total
ICGRA	Algum tipo de sistema (ISO 9000 ou 14000)	4	0	4
	Uso veículos específicos em área de difícil acesso	2	0	2
	Sistemas de barreiras para proteção e manutenção dos cursos d'água	0	0	0
	Disponibilizador de coletor adequado para armazenamento pré-coleta	4	0	4
	Remoção de materiais inservíveis como móveis, pneus	2	0	2
	Incentivos econômicos/tributários para ações 3 R's	4	4	8
	Operação, triagem e aproveitamento RCC	3	1	4
	Preenchimento informações SNIS	1	5	6
	Contrato de monitoramento geotécnico e ambiental de aterros	2	0	2
	Dados relativos aos custos da destinação de RS	2	0	2
	Contratação seguro responsabilidade civil geradores RS perigosos (art 40 PNRS)	2	4	6

Ressalta-se que essa comparação de dados se baseou em uma análise qualitativa das informações disponíveis nos documentos analisados e não tem a pretensão de esgotar o confrontamento. Pelo contrário, é possível que em outros momentos, ou até mesmo sob outra perspectiva e abordagem, seja possível aumentar e/ou alterar essa rede de correlação, com a inserção ou remoção de indicadores, além de outros aspectos, a partir da metodologia a ser adotada pelo autor que a revisar.

Entretanto, as Tabelas 5.11 e 5.12 demonstram e confirmam o que já vinha se observando para o gerenciamento de RS em BH, além de pontuar quais são as lacunas que o GRS no município possui em relação à aplicação dos princípios e instrumentos que compõem a PNRS.

Princípios como (I a prevenção e a precaução; III a visão sistêmica, na gestão dos RS, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública; IV o desenvolvimento sustentável; V a ecoeficiência, compatível com o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta) são os que apresentaram maior relevância em relação às ações e práticas que vem sendo desenvolvidas em BH para o GRS. Já (I os planos de resíduos sólidos; VI a cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos; XVII no que couber, os instrumentos da PNMA) são os instrumentos da PNRS que se destacam quando se correlaciona com o GRS no município.

Embora princípios e instrumentos da PNRS, listados nas Tabelas 5.11 e 5.12, como IV o incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; e VIII o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, respectivamente, tenham apresentado uma boa correlação com o indicadores estudados para a composição do ICGRA, para o município de BH esta prática se mostra incipiente, uma vez que grande parte deste indicadores não são adotados no município ou, quando são, observa-se um cenário parcial com relação à abrangência da ação e do território.

Os resultados observados vão ao encontro com o proposto na metodologia deste trabalho, quando inicialmente pôde-se listar os principais instrumentos e princípios da PNRS que poderiam ter uma correlação significativa com o GRS em BH e que pudessem, em algum momento do texto, requerer uma discussão mais ampla, seja em termos da sua relevância ou até mesmo pela carência observada em relação à sua aplicação. Dentre eles, citam-se:

- Princípios: III) visão sistêmica; IV) desenvolvimento sustentável; VII) responsabilidade compartilhada; VIII) reconhecimento RS reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- Instrumentos: i) Planos de RS; iii) Coleta seletiva e logística reversa; iv) Incentivo à criação e ao desenvolvimento de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis; viii) Educação ambiental;

Por fim, ainda que todos os princípios e instrumentos estejam com seus indicadores pontuados, nas Tabelas 5.11 e 5.12, este cenários não significa que o município de Belo Horizonte os aplica em toda a sua extensão e nem mesmo os contempla com a maior abrangência possível e desejada, conforme se preconiza na PNRS e em outras legislações e publicações de referência.

Mesmo assim, observa-se que existe uma boa correlação entre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos em BH e os preceitos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, sendo esta avaliação corroborada pela variedade e qualidade dos serviços de limpeza urbana prestados, a organização do sistema e a boa avaliação da adequabilidade do ICGRA calculada para o município.

6 CONCLUSÃO

Analisando o GRS em BH, observa-se uma boa qualidade do sistema, seja em termos da adoção de alguns serviços, como a alta cobertura da coleta convencional, o uso de aterro sanitário e a coleta de resíduos especiais (como resíduos de construção civil, móveis, pneus e animais mortos), ou até mesmo pela adequabilidade do sistema calculada a partir do ICGRA.

Entretanto, alguns pontos requerem atenção por conta da prática incipiente ou até mesmo a ausência dela, como o índice de cobertura da coleta seletiva, a carência de estratégias para uma inclusão mais efetiva dos catadores de material reciclável junto à limpeza urbana do município, além da aplicação prática de ações para a redução do montante de resíduos aterrados.

O GRSU em Belo Horizonte se assemelha a outros municípios brasileiros com tamanho populacional proporcional, como Salvador – BA (2.418.005 habitantes), Fortaleza - CE (2.428.678 habitantes) e Manaus - AM (2.063.547 habitantes), conforme censo IBGE (2022).

Para Salvador, Fortaleza e Manaus, observa-se a semelhança no GRSU com relação à elaboração e publicação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e as baixas taxas de coleta seletiva (até sua ausência), conseqüentemente, do restrito aproveitamento do material potencialmente reciclável. Em Salvador, também se observa que a gestão dos resíduos sólidos é por meio de uma autarquia própria, há a terceirização dos serviços, a promoção de ações antes mesmos da promulgação da PNRS e a definição de legislação municipal específica, dentro outras estratégias que também são apontadas em Belo Horizonte.

Com relação aos indicadores adotados para a avaliação do GRS em Belo Horizonte, considera-se como uma metodologia que direciona para resultados significativos que permitiram uma avaliação mais ampla do sistema. Além disto, reforçou a importância do uso dos indicadores e seu paralelo junto à PNRS, conforme outros autores já haviam preconizado.

Com isto, o uso integrado de abordagens para avaliar o gerenciamento de resíduos sólidos de Belo Horizonte – Relatórios da SLU, ICGRA e Princípios/Instrumentos da PNRS – permitiram alcançar um panorama mais amplo sobre o sistema, uma vez que conjugou e confirmou cenários observados, reduzindo possíveis falhas de interpretações que seriam mascaradas por dados exclusivamente quantitativos e/ou excessivamente tendenciosos.

7 RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a atualização periódica do cálculo do ICGRA, com base na publicação dos futuros Relatórios Anuais de Atividades de Limpeza Urbana da SLU e em demais estudos e informações que forem sendo desenvolvidos por outros autores.

Recomenda-se a adoção de uma metodologia mais detalhada para correlacionar os princípios e instrumentos da PNRS com os indicadores e outras informações observadas para o Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Belo Horizonte.

Recomenda-se uma análise estatística mais ampla dos dados extraídos dos Relatórios Anuais de Atividades de Limpeza Urbana da SLU, até mesmo com a adoção de programas computacionais específicos, de modo a permitir uma avaliação qualitativa sob outra perspectiva.

Recomenda-se um georreferenciamento de informações no território do município de Belo Horizonte e a realização de um paralelo com os dados disponíveis nos Relatórios Anuais de Atividades de Limpeza Urbana da SLU.

Por fim, recomenda-se que a aplicação dos princípios e instrumentos que preconiza a Política Nacional de Resíduos Sólidos resulte em estratégias contínuas, abrangentes e efetivas no gerenciamento de resíduos sólidos em BH, em termos de resultados e território.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil: 2022**. São Paulo: 2022, 60 p. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 01 mar. 23.

AGM (AGÊNCIA MINAS). **Destinação regular de resíduo atende mais de 70% da população urbana de MG**. Belo Horizonte: 2021, 2 p. Disponível em: <https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/destinacao-regular-de-residuo-atende-mais-de-70-da-populacao-urbana-de-mg>. Acesso em: 02 jun. 23.

ALMG (ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DE MINAS GERAIS). **Lei nº 18.031, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Diário Oficial do Estado: Belo Horizonte, MG, 29 p., 12 jan. 2009. Disponível em: https://www.almg.gov.br/legislacao-mineira/LEI/18031/2009/;PORTAL_SESSIONID=23571652B3EFF370E2AB1BB855F770FD.worker2. Acesso 29 mai. 23.

ASSIS, C.M. Avaliação da Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Urbanos em Municípios da Região Metropolitana de Belo Horizonte. 2012. Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012. Disponível em: https://www.smarh.eng.ufmg.br/tese_defesas_detalhes.php?aluno=253. Acesso em: 20 set. 23.

BARROS, R.T.V. **Elementos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Belo Horizonte: Tessitura, 1 ed. 2012, 424 p.

BESEN, G.R.; DIAS, S.M. **Gestão pública sustentável de resíduos sólidos – Uso de bases de dados oficiais e de indicadores de sustentabilidade**. In: Revista Pegada – especial. Presidente Prudente: vol. especial, págs. 112-134, 31 julho 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/370446/mod_resource/content/1/Texto_07.pdf. Acesso em: 05 jun. 23.

BRASIL. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1988**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 136, n. 31, p. 1, 13 fev. 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19605.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%209.605%20DE%2012%20DE%20FEVEREIRO%20DE%201998.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20as%20san%C3%A7%C3%B5es%20penais,ambiente%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%Aancias. Acesso em: 30 mai. 23.

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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 147, p. 3-7, 3 ago. 2010. Disponível em:

https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 23 jan. 23.

CAMPOS, C. C.; SIMONSEN, R.; SANDRONI, P. H. **Estudo sobre os Aspectos Econômicos e Financeiros da Implantação e Operação de Aterros Sanitários**. São Paulo: FGV/ABRETE, 2019, 56 p. Disponível em: <https://abrete.org.br/wp-content/uploads/2019/11/FGV-Aterros-Sanitarios-Estudo.pdf>. Acesso em: 13 abr. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Decreto Nº 14.652, de 11 de novembro de 2011**. Dispõe sobre a alocação, denominação e atribuições dos órgãos de terceiro grau hierárquico e respectivos subníveis da estrutura organizacional da administração direta do executivo, nas secretarias de administração regional municipal e dá outras providências. Belo Horizonte: PBH, 2011, 26 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/decreto/14652/2011>. Acesso em: 29 mai. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Lei Nº 10.522, de 24 de agosto de 2012**. Institui o Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – SGRCC – e o Plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos – PMRCC, e dá outras providências. Belo Horizonte: PBH, 2012a, 13 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/10522/2012>. Acesso em: 06 nov. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Lei Nº 10.534, de 10 de setembro de 2012**. Dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no Município, e dá outras providências. Belo Horizonte: PBH, 2012b, 22 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/10534/2012>. Acesso em: 24 mai. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Lei Nº 10.885, de 27 de novembro de 2015**. Altera a Lei Nº 10.534/12, que “Dispõe sobre a limpeza urbana, seus serviços e o manejo de resíduos sólidos urbanos no município, e dá outras providências”. Belo Horizonte: PBH, 2015, 3 p. Disponível em <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/10885/2015>. Acesso em 24 mai. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Lei Nº 11.065, de 1º de agosto de 2017**. Estabelece a estrutura orgânica da administração pública do Poder Executivo e dá outras providências. Belo Horizonte: PBH, 2017, 7 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11065/2017>. Acesso em 24 mar. 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Lei Nº 11.285, de 22 de janeiro de 2021**. Dispõe sobre a criação do Programa de Substituição Gradativa dos Veículos de Tração Animal no Município e dá outras providências. Belo Horizonte: PBH, 2021, 02 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-legislacao/lei/11285/2021>. Acesso em 29 set 23.

CMBH (CÂMARA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Projeto de Lei 545/2023, de 03 de abril de 2023**. Dá nova redação ao art. 4º da Lei nº 11.285/21, que “Dispõe sobre a criação do Programa de Substituição Gradativa dos Veículos de Tração Animal no Município e dá outras providências”. Belo Horizonte: PBH, 2023, 02 p. Disponível em: <https://www.cmbh.mg.gov.br/atividade-legislativa/pesquisar-proposicoes/projeto-de-lei/545/2023>. Acesso em 29 set 23.

DAYRELL, P.; PEREIRA, S. L. S. **Plano de Manejo da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos da BR-040**. Belo Horizonte: PBH/SLU, 2018, 85 p. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2022/4.%20Anexo%20III%20-%20Plano%20de%20Manejo%20CTRS%20BR-040.pdf>. Acesso em: 06 nov. 23.

DOMINGUES G. S.; GUARNIERI, P.; STREIT, J. A. C. **Princípios e Instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos: Educação Ambiental para a Implementação da Logística Reversa**. Revista em Gestão, Inovação e Sustentabilidade, Brasília, v. 2, n. 1, p. 191-216, jun. 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/regis/article/view/19696>. Acesso 01 fev. 23.

FARIA, C. R. S. M. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: NEPLEG, 2012, 5 p. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/temas-e-agendas-para-o-desenvolvimento-sustentavel/a-politica-nacional-de-residuos-solidos>. Acesso 01 fev. 23.

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE). Belo Horizonte: SISEMA, 2023a. Disponível em: <http://www.feam.br/residuos-solidos>. Acesso em: 27 nov. 23.

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE). **Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS-MG)**. Belo Horizonte: SISEMA, 2023b. Disponível em: <http://www.feam.br/residuos-solidos/plano-estadual-de-residuos-solidos-pers-mg>. Acesso em: 02 jun. 23.

FEAM (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE). **Logística Reversa**. Belo Horizonte: SISEMA, 2023c. Disponível em: <http://www.feam.br/residuos-solidos/logistica-reversa>. Acesso em: 29 set. 23.

FERREIRA, G. L. **Diagnóstico do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos Urbanos de Minas Gerais e a Política Nacional**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Pós-Graduação Multidisciplinar em Saúde) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174282>. Acesso em: 02 jun. 23.

GIOVANNI, C. **Gestão de resíduos: ordenação de etapas**. São Paulo: UNIFESP, 2022. Disponível em <<https://www.unifesp.br/reitoria/dga/conteudo/noticias/295-hierarquia-de-gestao-titulo-a-definir>>. Acesso 01 mar. 23.

GUIMARÃES, R. P.; FEICHAS, S. A. Q. **Desafios na construção de indicadores de sustentabilidade**. In: Ambiente & Sociedade. São Paulo: Annablume, vol. 12, n.2, págs. 307-323, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/89QvD7zZxHLTm5zCqxL4yHt/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 05 jun. 23.

IAEA (INTERNACIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY). **Energy Indicators for Sustainable Development: Guidelines and Methodologies**. Vienna: UNDESA/IEA/EEEA, 171 P., 2005. Disponível em: http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1222_web.pdf. Acesso em: 05 jun. 23.

IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: Brasil 2005**. Brasília – DF: 2005. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/>. Acesso em: 05 jun. 23.
IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Cidades e Estados: Belo Horizonte**. Brasília: 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/belo-horizonte.html>. Acesso em: 18 ago. 23.

IBAMA (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS). **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA, 2022, s/p. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/emissoes-e-residuos/residuos/politica-nacional-de-residuos-solidos-pnrs>. Acesso 01 fev. 23.

MAGALHÃES, R. C. S.; LEITE, M. J.; SANTOS, M. E. **Relatório Anual de Atividades de Limpeza Urbana: 2022**. Belo Horizonte: SLU, 2022. 60 p. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1FLBiFipFqeXBQ2GnEaSkCGMQqaSWQOWS>. Acesso em: 03 mar. 23.

MARQUES, A. P. B. O.; AMARAL, D. S.; OLIVEIRA, H. U.; KNAUER, S. M. **6º Inventário Municipal de Emissões de GEE: Relatório Técnico de Atualização e Extração dos DDOS (Período: 2009-2021)**. Belo Horizonte: PBH, 2023, 51 p. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/meio-ambiente/inventariofinal.pdf>. Acesso em: 27 nov. 23.

MENDEZ, G. P. **Avaliação da Gestão Municipal de Resíduos Sólidos Através de Indicadores Ambientais**. Orientador: Cláudio Fernando Mahler, 2017, 194 p. Rio de Janeiro: XIII. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFRJ/COPPE/, 2017. Disponível em: <https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/9766/1/882632.pdf>. Acesso em: 24 mar. 23.

MMA (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE). **Indicadores Ambientais Nacionais**. Brasília: s/d. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/informacoes-ambientais/indicadores-ambientais.html#:~:text=Indicadores%20ambientais%20s%C3%A3o%20estat%C3%ADsticas%20selecionadas,e%20de%20atividades%20humanas%20relacionadas>. Acesso em: 12 jun. 23.

MYSSIOR, S.; BARROS, M. G. P.; MANSOLDO, A. M.; SÃO JOSÉ, A. P.; PIMENTA, C. F.; SAMPAIO, D. M.; OLIVEIRA, D. P.; VAZ, F.; FERREIRA, H.; MELASIPO, J. P. P.;

GONÇALVES, J.; MÖLLER, L. M.; UBALDO, L.; HAMDAN, M. J.; MONTEIRO FERREIRA, P. H. C. M.; OLIVEIRA SILVA, R. O.; MARTINS, R.; KROEFF, R.; CONDE, T. L.; METZKER, T. I. F.; MARTINS, V. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Belo Horizonte (PMGIRS-BH)**. Belo Horizonte: SLU, 2017, 325 p. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/slu/2018/documentos/versao_final_pmgirs-bh_mma.pdf. Acesso em: 18 mai. 23.

NAÇÕES UNIDAS (NU). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**. Brasília: s/d. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 27 nov. 23.

OECD (ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT). **Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide**. França – Paris: 162 p., 2008, ISBN 978-92-64-04345-9. Disponível em: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>. Acesso em: 05 jun.23.

PBH (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **BHMap**. Belo Horizonte: Prodabel, 2018a. Disponível em: <http://bhmap.pbh.gov.br/v2/home.html>. Acesso em: 03 mar. 23.

PBH (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Anexo IV - Síntese da História de BH**. Belo Horizonte: 2018b, 9 p. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/politica-urbana/2018/planejamento-urbano/cca_anexo_iv_-_sintese_da_historia_de_bh.pdf. Acesso em: 03 mar. 23.

PBH (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE). **Observatório do Milênio**. Belo Horizonte: SMPOG, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/planejamento/planejamento-e-orcamento/observatorio-milenio>. Acesso em: 27 nov. 23

POLAZ, C. N. M.; TEIXEIRA, B. A. N. **Indicadores de sustentabilidade para a gestão municipal de resíduos sólidos urbanos: um estudo para São Carlos (SP)**. In: *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*. São Carlos: v.14, n.3, 411-420, jul/set 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/5vLpPSYDJCNCsPzzgdr3WHz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 23.

RAMOS, T. B. **Sistema de Indicadores e Índices Ambientais**. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ENGENHEIROS DO AMBIENTE, 4, 1997, Portugal. Resumos... Portugal: APEA, 1997, IV33-IV43 p. Disponível em: https://www.academia.edu/1015511/Sistemas_de_indicadores_e_%C3%ADndices_ambientais. Acesso em 05 jun. 23.

RESENDE, L. H. S. **Análise da Gestão de Resíduos Sólidos de Construção Civil de Belo Horizonte (MG) a partir da Percepção dos Atores envolvidos**. 2016. Dissertação (Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em:

https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-AAXFR7/1/disserta__o_luiz_henrique_siqueira_resende.pdf. Acesso em: 06 nov. 23.

RIBEIRO, R. R. **História dos Bairros de Belo Horizonte - Regional Norte**. Belo Horizonte: PBH, 2011, 80 p. Disponível em: http://www.pbh.gov.br/historia_bairros/NorteCompleto.pdf. Acesso em: 03 mar. 23.

SEMAD (SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL). **Centro Mineiro de Referências em Resíduos**. Belo Horizonte: SISEMA, 2022. Disponível em: <http://www.meioambiente.mg.gov.br/saneamento/centro-mineiro-de-referencia-em-residuos>. Acesso em: 02 jun. 23.

SLU (SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA). Relatórios Anuais de Atividades de Limpeza Urbana. Belo Horizonte: PBH, 2009 a 2022. Disponível em: <https://drive.google.com/drive/folders/1FLBiFipFqeXBQ2GnEaSkCGMQqaSWQOwS>. Acesso em: 22 ago. 23.

SLU (SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA). Belo Horizonte: PBH, 2023. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/slu>. Acesso em: 29 ago. 23.

SOUTO, V. S. A.; LOPES, R. L. **Indicadores de gestão de resíduos sólidos e sua observância obrigatória para o estado do Rio Grande do Norte - Brasil**. Natal: IFRN, HOLOS, Ano 35, v.8, e9186, 2019. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/9186>. Acesso 24 mar. 23.

VENTURA, K.S.; REIS, L.F.R.; TAKAYANAGUI, A.M.M. **Avaliação do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde por meio de indicadores de desempenho**. In: Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v.15, n.2, abr/jun 2010, 167-176. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/kTFFWBH5tvnJLkLPPF9PsKNp/?lang=pt>. Acesso em: 05 jun. 23.

APÊNDICE

Apêndice A: Relatórios anuais de atividades de Limpeza Urbana da Superintendência de Limpeza Urbana de Belo Horizonte, no período de 2009 a 2022

APÊNDICE A: RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES DA LIMPEZA URBANA (2009 A 2013)

		2009		2010		2011		2012		2013	
População Residente	habitantes	2.434.642		2.434.642		2.385.639		2.385.639		2.479.165	
Atendimento	habitantes e percentual	2.312.909	95	2.312.909	95	2.266.357	95	2.290.213	96	2.379.998	96
		Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
Aterragem (toneladas)	RCC	883.556,48	39,1	296.253,32	19,70	310.015,68	21,10	632.111,51	36,5	345.745,20	25,9
	RDO	624.803,41	27,7	637.459,54	42,50	654.639,20	44,50	445.007,00	25,70	-	-
	RPU	379.611,25	16,8	253.284,46	16,90	278.050,54	18,90	133.874,79	7,70	-	-
	RSS	12.219,20	0,5	11.662,58	0,80	10.277,17	0,70	10.652,79	0,60	11.157,39	0,8
	RPO	12.420,29	0,6	12.362,16	0,80	10.166,53	0,70	5.642,16	0,30	-	-
	RSU	227.076,39	10,1	-	-	-	-	365.624,32	21,10	917.362,19	68,8
	RCCV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	OUTROS	-	-	139.543,02	9,30	91.030,82	6,20	21.801,55	1,30	-	-
	TOTAL	2.139.687,02	94,8	1.350.565,08	90,00	1.354.179,94	92,10	1.614.714,12	93,20	1.274.264,78	95,6
Reciclagem orgânico (toneladas)	RSU	1.732,26	0,05	3.286,85	0,20	3.026,45	0,20	3.037,27	0,20	2.963,64	0,2
	RPO	1.087,40	0,05	863,11	0,10	637,11	0,00	619,22	0,00	723,74	0,1
	TOTAL	2.819,66	0,1	4.149,96	0,30	3.663,56	0,20	3.656,49	0,20	3.687,38	0,3
Reciclagem inertes (toneladas)	PMPV	10.760,96	0,5	9.518,74	0,60	9.824,92	0,70	9.930,36	0,60	8950,70	0,6
	RCC	104.853,80	4,6	136.424,40	9,10	102.114,80	6,90	103.252,20	6,00	45.819,60	3,4
	TOTAL	115.614,76	5,1	145.943,14	9,70	111.939,72	7,60	113.182,56	6,60	54.770,30	4,0
RCCV triado (toneladas)	RSU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCCV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperação energética	RCCV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GERAL		2.258.121,44	100	1.500.658,18	100,00	1.469.783,22	100,00	1.731.553,17	100,00	1.332.722,46	100,0
Aterro direcionado	CTRS BR 040	907.227,30	42,40	207.987,02	15,40	222.762,60	16,45	105.602,30	6,54	197.893,32	15,53
	CTRS Macaúbas	1.232.459,72	57,60	1.142.578,06	84,60	1.053.687,41	77,81	867.101,48	53,70	909.825,05	71,40
	Aterro Inertes Capitão Eduardo	-	-	-	-	77.729,93	5,74	190.536,27	11,80	-	-
	Aterro Maquiné	-	-	-	-	-	-	279.829,96	17,33	166.546,41	13,07
	Transbordo	-	-	-	-	-	-	171.644,11	10,63	-	-

Fonte: adaptado SLU (Relatórios anuais 2009 a 2022)

NOTA: os valores negativos representam a massa de resíduos segregados e destinados para outras unidades.

APÊNDICE A: RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES DA LIMPEZA URBANA (2014 A 2017)

		2014		2015		2016		2017	
População Residente	habitantes	2.491.109		2.502.557		2.513.451		2.523.794	
Atendimento	habitantes e percentual	2.391.465,00	96	2.402.455	96	2.412.913	96	2.422.842	96
		Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
Aterragem (toneladas)	RCC	354.909,07	28,4	544.732,70	38	166014,53	16,21	135806,66	13,71
	RDO	-	-	-	-	-	-	-	-
	RPU	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSS	9.168,53	0,7	5.157,10	0,4	2.774,16	0,27	1.076,77	0,11
	RPO	-	-	-	-	12.647,60	1,23	8.078,53	0,82
	RSU	828.157,80	66,2	806.134,19	56,2	808.799,81	78,97	835492,43	84,42
	RCCV	-	-	-	-	-	-	121.314,26	-
	OUTROS	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	1.192.235,40	95,3	1.356.023,99	94,6	990.236,10	96,68	965.961,99	99,06
Reciclagem orgânico (toneladas)	RSU	2.525,02	0,2	2.077,47	0,1	1.607,56	0,16	1.548,97	0,16
	ROP	261,46	0	617,6	0,1	572,76	0,06	411,82	0,04
	TOTAL	2.786,48	0,2	2.695,07	0,2	2.180,32	0,22	1.960,79	0,2
Reciclagem inertes (toneladas)	PMPV	6.636,51	0,5	6.927,11	0,5	7.281,93	0,71	7.275,44	0,74
	RCC	49.839,24	4	67.864,80	4,7	24.445,80	2,39	14.492,40	1,46
	TOTAL	56.475,75	4,5	74.791,91	5,2	31.727,73	3,1	21.767,84	2,2
RCCV triado (toneladas)	RSU	-	-	-	-	-	-	-	-
	RCCV	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-
Recuperação energética	RCCV	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL GERAL		1.251.497,63	100	1.433.510,97	100	1.024.144,15	100	989.690,62	100
Aterro direcionado	CTRS BR 040	83.456,48	7	27.120,48	2,0	12377,95125	1,25	9080,042706	0,94
	CTRS Macaúbas	822.642,43	69	800.054,15	59,0	721882,1169	72,9	763689,5493	79,06
	Aterro Inertes Capitão Eduardo	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aterro Maquiné	286.136,50	24	528.849,36	39,0	255976,0319	25,85	193192,398	20
	Transbordo	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: adaptado SLU (Relatórios anuais 2009 a 2022)

NOTA: os valores negativos representam a massa de resíduos segregados e destinados para outras unidades.

APÊNDICE A: RELATÓRIO ANUAL DE ATIVIDADES DA LIMPEZA URBANA (2018 A 2022)

		2018		2019		2020		2021		2022	
População Residente	habitantes	2.501.576		2.512.070		2.521.564		2.530.701		2.315.660	
Atendimento	habitantes e percentual	2.401.513	96	2.411.587	96	2.420.701	96	2.429.473	96	2.230.033	96
		Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%	Toneladas	%
Aterragem (toneladas)	RCC	28.243,44	2,7	-	-	147.392,48	14,15	148.729,66	15,49	186553,08	19,15
	RDO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RPU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RSS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	RPO	3.616,92	0,35	47.388,00	4,47	40.683,66	3,9	33.787,64	3,51	30.355,91	3,12
	RSU	793.977,96	76,04	805.554,55	75,93	834.180,81	80,07	744.526,31	77,51	737.055,97	75,66
	RCCV	194.093,41	18,59	241.829,09	22,79	-	-	-	-	-	-
	OUTROS	-	-	74,66	0,01	36,76	0,01	34,12	0,01	-	-
	TOTAL	1.019.931,73	97,68	1.094.846,30	103,2	1.022.293,71	98,13	927.077,73	96,52	953.964,96	97,93
Reciclagem orgânico (toneladas)	RSU	1.931,24	0,18	2.364,70	0,22	2.093,35	0,2	1.606,45	0,17	1.234,51	0,13
	RPO	222,09	0,02	448,29	0,04	192,18	0,02	392,64	0,04	572,87	0,06
	TOTAL	2.153,33	0,2	2.812,99	0,26	2.285,53	0,22	1.999,09	0,21	1.807,38	0,19
Reciclagem inertes (toneladas)	PMPV	6.281,73	0,6	7.288,38	0,69	4.451,81	0,43	6.438,60	0,67	6.321,48	0,65
	RCC	16.487,20	1,58	31.419,60	2,96	8.947,20	0,86	20.316,00	2,12	7.953,71	0,81
	TOTAL	22.768,93	2,18	38707,98	3,65	13.399,01	1,29	26.754,60	2,79	14.275,19	1,46
RCCV triado (toneladas)	RSU	-625,32	-0,06	-1060,33	-0,1	-	-	-	-	-	-
	RCCV	-1.972,25	-0,19	-78.276,18	-7,38	-	-	-	-	-	-
	TOTAL	-2.597,57	-0,25	-79336,51	-7,48	-	-	-	-	-	-
Recuperação energética	RCCV	1.972,25	0,19	3.885,31	0,37	3.745,69	0,36	4.633,52	0,48	4.069,30	0,42
TOTAL GERAL		1.044.228,67	100	1.057.030,76	100	1.041.723,94	100	960.464,94	100	974.116,83	100
Aterro direcionado	CTRS BR 040	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CTRS Macaúbas	958735,8262	94	1.020.102,71	93,17	1.027.453,38	100,5	932.044,10	100,536	953.964,96	97,93
	Aterro Inertes Capitão Eduardo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aterro Maquiné	61195,9038	6	74.743,59	6,83	-5.159,67	-0,5	-4.966,37	-0,5357	-	-
	Transbordo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: adaptado SLU (Relatórios anuais 2009 a 2022)

NOTA: os valores negativos representam a massa de resíduos segregados e destinados para outras unidades.