



ERIKA TOKUDA

**DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
GERADOS NO MUNICÍPIO DE COQUEIRAL-MG**

**LAVRAS-MG
2021**

ERIKA TOKUDA

**DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO
MUNICÍPIO DE COQUEIRAL-MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de
Bacharel.

Prof (a). Dr (a). Camila Silva Franco
Orientador (a)

**LAVRAS-MG
2021**

ERIKA TOKUDA

**DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NO
MUNICÍPIO DE COQUEIRAL-MG
DIAGNOSIS AND PROGNOSIS OF THE SOLID WASTE GENERATED IN THE
MUNICIPALITY OF COQUEIRAL-MG**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Curso de Engenharia
Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de
Bacharel.

APROVADA em 31 de maio de 2021.
Prof. Dr (a). Camila Silva Franco UFLA
Prof. Dr. Juliano Elvis de Oliveira UFLA
Gracielly Tomaz Barbosa UFLA

Prof (a). Dr (a). Camila Silva Franco
Orientador (a)

**LAVRAS-MG
2021**

AGRADECIMENTOS

À Deus que me guiou e me deu sabedoria e paciência para concluir este trabalho.

À minha família, especialmente minha mãe Valeria e meu padrasto Kleber que dedicaram as suas vidas para que eu pudesse alcançar meu objetivo.

Ao meu pai Yoshimi (*in memoriam*) que não pôde vivenciar este momento, mas que sempre esteve ao meu lado e sempre estará em meu coração.

À Universidade Federal de Lavras pela oportunidade de estudar em uma das melhores universidades do país.

À Preserva Júnior por todo conhecimento prático adquirido.

À República Sinta Liga por ser minha casa e meu conforto em Lavras.

Ao Pedro Rodolfo, pelo amor, companheirismo e apoio em todos os momentos.

Por fim, a todos que participaram, direta ou indiretamente do desenvolvimento deste trabalho de pesquisa, enriquecendo o meu processo de aprendizado.

RESUMO

A Política Nacional de Resíduos Sólidos institui como instrumento a elaboração dos Planos Municipais de Gestão de Resíduos Sólidos, o qual dispõe sobre obrigações e responsabilidades a respeito da gestão dos resíduos sólidos em um horizonte de 20 anos. Para tal, o diagnóstico da situação atual e o prognóstico das demandas futuras compreendem as primeiras etapas. Neste contexto, objetivou-se realizar o diagnóstico e o prognóstico da gestão dos resíduos sólidos do município de Coqueiral, MG, bem como propor melhorias no gerenciamento, contribuindo com a preservação ambiental. O levantamento de dados referentes a gestão de resíduos sólidos para o diagnóstico foi realizado por meio de visitas técnicas e entrevista com responsáveis pela gestão dos resíduos gerados no município, como o Departamento de Agricultura e Meio Ambiente e o Departamento de Obras e de Limpeza Urbana. Além disso, foi realizado estudo gravimétrico dos resíduos sólidos urbanos em 2019, os quais foram caracterizados como: 47,26% orgânicos, 20,98% recicláveis e 31,75% rejeitos. Para o prognóstico, foi utilizado o método geométrico para a projeção populacional e posterior geração de resíduos para um horizonte futuro de 20 anos. Os resultados obtidos apresentaram uma geração per capita de 0,548 kg/hab.dia para uma população de 9.008 habitantes, com geração diária de 4.855,34 kg/dia em 2019. Em relação ao prognóstico, para 2039, a geração per capita será reduzida para 0,510 kg/hab.dia, com geração diária de 4.220,81 kg/dia, devido ao decréscimo da população para 8.412 habitantes. Diante dos resultados obtidos foi identificada a necessidade de implantação de um departamento específico para tratar dos assuntos relacionados aos resíduos sólidos, buscando a aplicação das ações a serem estabelecidas no plano, também há a necessidade de melhorias a respeito da ampliação da coleta seletiva visando reduzir o volume de resíduos enviados ao aterro sanitário, aumentando sua vida útil e gerando renda e trabalho para população envolvida, além de projetos de educação ambiental para a população e seus representantes.

Palavras-chave: Gestão de resíduos sólidos. Reciclagem. Coleta seletiva. Compostagem. Educação ambiental.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização do município de Coqueiral.	18
Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo.	19
Figura 3 – Predominância da formação florestal de Coqueiral.	20
Figura 4 – Esquema do método de quarteamento.	23
Figura 5 – Análise gravimétrica e volumétrica dos resíduos sólidos de Coqueiral-MG.	24
Figura 6 – Fluxograma da estrutura organizacional.	29
Figura 7 – Composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de Coqueiral-MG.	32
Figura 8 – Composição Volumétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (litros).	33
Figura 9 – Estação de Transbordo de Coqueiral – MG.	35
Figura 10 – Caminhão compactador	36
Figura 11– Caminhão compactador 15m ³	35
Figura 12– Resíduos separados.	38
Figura 13– Resíduos prensados.	37
Figura 14 – Área com armazenamento.	39
Figura 15– Local em frente ao antigo.	38
Figura 16 – Localização do aterro controlado de Coqueiral-MG.	39
Figura 17 – Presença de animais em aterro.	41
Figura 18 – Antigo aterro controlado.	40
Figura 19 – Local com descarte irregular.	42
Figura 20 – Sapatos jogados em terreno.	42
Figura 21 – Restos de animais.	43
Figura 22– Descarte de roupas.	42
Figura 23 – Resíduos de construção.	43
Figura 24 – Entulho obstruindo	43
Tabela 1 – Rendimentos de Coqueiral-MG.	20
Tabela 2 – Dados da composição gravimétrica e volumétrica.	31
Tabela 3 – Comparação da gravimetria de diferentes municípios.	32
Tabela 4 – Preços por quilo estipulados pela CRM para venda.	37
Tabela 5 – Projeção populacional da geração per capita de resíduos sólidos de Coqueiral-MG.	46
Tabela 6 – Valores anuais da venda de recicláveis.	47

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1.	Sociedade, consumo e resíduos sólidos	9
2.2.	Definições e classificações dos resíduos sólidos	10
2.3.	Política Nacional de Resíduos Sólidos: obrigações e medidas incentivadoras	12
2.4.	Panorama da geração e destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e em Minas Gerais	15
3	METODOLOGIA	18
3.1	Caracterização da área de estudo	18
3.1.1	Aspectos ambientais	19
3.1.2	Aspectos socioeconômicos	20
3.2	Levantamento de dados para o diagnóstico	21
3.3	Levantamento de dados para o prognóstico	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1	Diagnóstico	28
4.1.1	Estrutura administrativa e operacional	28
4.1.2	Legislação Ambiental Municipal	29
4.1.3	Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)	30
4.1.4	Geração e acondicionamento	30
4.1.5	Composição gravimétrica e volumétrica	31
4.1.6	Coleta convencional e transporte	34
4.1.7	Coleta seletiva e Associação de Catadores de Materiais Recicláveis	36
4.1.8	Tratamento e disposição final	39
4.1.9	Resíduos dos Serviços de Limpeza Pública (RSLP)	41
4.1.10	Resíduos de Construção Civil (RCC)	42
4.1.11	Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)	44
4.1.12	Grandes geradores de resíduos	45
4.2	Prognóstico	45
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
6	CONCLUSÃO	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1 INTRODUÇÃO

A garantia ao meio ambiente equilibrado e à saúde são direitos estabelecidos através das políticas públicas de saneamento básico, o qual é dividido em quatro pilares: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem de águas pluviais e manejo de resíduos sólidos e limpeza urbana – alvo deste estudo.

No entanto, em países em desenvolvimento, como o Brasil (INTERNACIONAL DATA BASE, 2021), percebe-se a dificuldade de realizar a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos de maneira adequada. Como consequência, grande parte dos resíduos coletados não são destinados de forma correta, ou seja, suas possibilidades de recuperação e tratamento disponíveis não são consideradas, em detrimento do aterramento.

Este cenário atual gera prejuízos: 1) econômicos, uma vez que o resíduo é fonte de renda; 2) ambientais, pela redução da vida útil dos aterros sanitários, poluição do solo, água e atmosfera e extração de matéria prima para produção de novos produtos; e 3) sociais devido às condições insalubres que catadores de recicláveis se encontram em lixões e atividades autônomas.

Os impactos do gerenciamento incorreto no meio ambiente estão atrelados ao esgotamento de recursos naturais, tanto em relação a fabricação novos produtos, quanto em relação à poluição ambiental ao fazer a disposição irregular, como em lixões, vias públicas e corpos hídricos, estimulando assim a proliferação de doenças e também deixando muitas famílias em condições precárias, devido a enchentes e inundações.

Visando adequar a situação dos resíduos sólidos no Brasil, foi criada a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei Nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, a qual faz o direcionamento dos municípios quanto a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente correto dos resíduos sólidos. Desta forma, os municípios têm a obrigatoriedade da implementação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) (BRASIL, 2010).

O PMGIRS é um instrumento de suma importância para a gestão adequada dos resíduos sólidos, o qual trata-os como bem econômico e de valor social, fonte de renda e de trabalho para muitas famílias; além de ser condicionante para o acesso aos recursos da União (BRASIL, 2010).

Diante do exposto evidencia-se que as deficiências administrativas e financeiras enfrentadas pelos municípios, bem como a falta de conscientização ambiental da população e de seus representantes, dificulta a implantação das medidas determinadas na PNRS. Neste

contexto, o objetivo neste trabalho foi realizar as primeiras etapas do PMGIRS: diagnóstico e prognóstico dos resíduos sólidos gerados no município de Coqueiral-MG e sugerir ações para minimizar a geração resíduos sólidos e destiná-los de maneira ambientalmente correta de acordo com a legislação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sociedade, consumo e resíduos sólidos

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), atualmente cerca de 55% dos indivíduos habitam a zona urbana (SOUSA, 2021), com isso uma considerável parcela da população não possui conhecimento de sua dependência de uma base ecológica para a sustentabilidade da vida, na maioria das vezes isso se deve ao fato de terem sido criadas longe do convívio com a natureza, como no caso de cidades de grande porte.

Por sua vez, no Brasil, cerca de 84% da população vive em zona urbana. A migração da zona rural para a urbana ocorreu de forma muito rápida e foi estimulada pela industrialização, fato este, que tem causado consequências na estrutura social e urbana do país desde então (IBGE, 2020).

Pode-se afirmar que a geração de resíduos sólidos e o consumo estão interligados, visto que quanto maior a população e o seu poder de compra, maior serão, portanto, os dejetos gerados pela sociedade, pois ao consumir um determinado produto, uma parte dele será descartada como resíduo (PEREIRA; CURI, 2013).

O padrão de consumo, incorporado à quantidade de resíduos gerados expandiu as preocupações inerentes à proteção ambiental, entre elas a conservação de recursos. Tal questão abriu espaço para inovações, como a logística reversa e tecnologias de fabricação mais limpas. Pode-se ressaltar também, que em diversos países ocorreu a implementação de sistemas formais de coleta e reciclagem, os quais resultaram na melhoria da distribuição de renda e da qualidade de vida das pessoas (SILVA, C. *et al.*, 2020).

Como consequência do crescimento populacional, associado à intensa urbanização, incremento no poder de compra, hábito de consumo e também ao aparecimento de novas tecnologias, surgem dois desafios a serem vencidos: a geração excessiva de resíduos sólidos e a sua destinação final inadequada. (JACOBI; BESEN, 2011).

Considerando o atual sistema de gestão de resíduos sólidos do Brasil, o qual baseia-se no planejamento, coleta, tratamento e destinação final, verifica-se uma mudança no padrão de manejo dos resíduos sólidos posto em prática no século XX, o que sugere uma ponderação acerca de outras possibilidades.

O princípio da relegação que preponderou no século XX se caracteriza pelo destaque no despejo de resíduos sólidos às margens das cidades, sem considerar a poluição ambiental ou o desperdício de materiais com potencial de recuperação. Atualmente, há a valorização dos

resíduos sólidos, no que concerne ao senso de utilidade e reaproveitamento, considerando-os como um conjunto heterogêneo de objetos e que colaboram para a triagem e reciclagem (NEVES; MENDONÇA, 2016).

Os primeiros passos para a coleta seletiva e reciclagem de resíduos sólidos no Brasil surgiram em meados da década de 1980, em que já eram consideradas inovadoras a forma de manejar os resíduos sólidos domésticos (GODECKE; WALERKO, 2017). No entanto, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) em 2017 evidenciou que somente 13% de todos os resíduos sólidos urbanos eram destinados de maneira correta à reciclagem (IPEA, 2017).

Sendo assim, nota-se que há a congruência de diversos fatores, entre eles as limitações de ordem culturais, como a falta de acesso à informação referente ao assunto e a inexistência de campanhas de conscientização ambiental, cumulado a omissão de representantes políticos acerca das questões ambientais e a centralização de esforços institucionais para ações emergenciais, protelando ações importantes como as de educação direcionada à redução na geração de resíduos sólidos (SILVA, C. *et al.*, 2020).

Com isso, observa-se que já houveram mudanças significativas relacionadas a gestão de resíduos sólidos, no entanto ainda é possível observar que caso não sejam tomadas medidas que ampliem o incentivo à redução da geração dos resíduos sólidos, em conjunto com políticas públicas eficazes, futuramente o Brasil pode retroceder para um cenário mais degradante que o anterior.

2.2. Definições e classificações dos resíduos sólidos

De acordo com Rocha (2018), resíduo sólido pode ser compreendido como o excedente gerado através das ações humanas, tendo dessa forma a possibilidade de ser reutilizado e assim introduzido outra vez no ciclo produtivo. Já para Logarezzi (2004) o resíduo passa a ser tratado como lixo ou rejeito, isto é, quando não pode ser mais aproveitado, sendo então destinado diretamente a lixões, aterros controlados ou sanitários.

A NBR 10.004 (ABNT, 2004, p. 01) conceitua resíduos sólidos como:

[...] os resíduos nos estados sólido e semi-sólido (*sic*), que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos

ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

No que se refere à classificação de resíduos, esta abrange a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem e de seus constituintes e características. Sendo assim, os resíduos podem ser classificados segundo a norma da ABNT NBR 10004/04 (PEREIRA; CURI, 2013):

- **CLASSE I – PERIGOSOS** – aqueles que em função de suas características específicas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade apresentam riscos à saúde pública;
- **CLASSE II – RESÍDUOS NÃO PERIGOSOS:**
 - **II A - NÃO INERTES:** são os resíduos que podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente;
 - **II B –INERTES:** aqueles que não têm nenhuma das características dos resíduos de Classe I, no entanto, se mostram indiferentes ao contato com a água destilada ou deionizada quando expostos à temperatura média dos espaços exteriores dos locais onde foram produzidos (ABNT/ NBR 10.004, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos instituída pela Lei de 12.305/10 também classifica os resíduos quanto à origem (BRASIL, 2010):

Resíduos domiciliares: são provenientes de atividades domésticas em residências urbanas;

Resíduos de limpeza: oriundos de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;

Resíduos sólidos urbanos: originários de atividades domésticas em residências urbanas e resíduos de limpeza urbana;

Resíduos industriais: gerados nos processos produtivos e instalações industriais;

Resíduos de serviços de saúde: atividades exercidas nos serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal (Resolução CONAMA N° 358, 2005).

Resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil;

Resíduos de serviços de transportes: são resíduos gerados em portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;

Resíduos de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Resíduos agrossilvipastoris: gerados em atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.

Destaca-se que a percepção das características dos resíduos sólidos e suas origens é o passo primordial para que tanto a população quanto as autoridades competentes possam manuseá-lo de forma mais adequada, priorizando o reaproveitamento e realizando a correta movimentação e tratamento dos perigosos.

2.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos: obrigações e medidas incentivadoras

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi decretada pela Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010 e regulamentada pelo Decreto Federal de nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, a qual dispõe sobre atividades relacionadas à gestão integrada e o gerenciamento de resíduos sólidos, bem como sobre a responsabilidade compartilhada entre a sociedade e o poder público, objetivando a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e a disposição final adequada dos resíduos sólidos.

O art. 3º, incisos X e XI da Lei 12.305 conceituam Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Gestão Integrada de Resíduos Sólidos respectivamente como (BRASIL, 2010):

Art. 3º, inciso X: 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.

Inciso XI: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.

Sendo assim, o escopo da gestão de resíduos sólidos é estabelecer diretrizes, metas de controle das fontes geradoras, manejo de resíduos sólidos e promover os princípios de minimização de geração destes resíduos sólidos. Contudo, Rodrigues e Menti (2016) expressam que a PNRS determina o início de uma grande dificuldade a ser enfrentada: o gerenciamento de resíduos.

Embora existam desafios na gestão e no gerenciamento, a PNRS aponta que os municípios que vierem a buscar acesso a incentivos ou financiamentos na elaboração de projetos destinados aos serviços que envolvem o manejo de resíduos sólidos municipais, devem se adequar às normas e prazos estabelecidos pela mesma. Esta é uma circunstância oportuna

para os pequenos municípios, em que quase sempre os recursos são insuficientes para financiar obras de engenharia, como a de um aterro sanitário.

Os municípios a serem priorizados na obtenção de recursos da União, são aqueles que escolherem as soluções consorciadas intermunicipais para a gestão dos resíduos sólidos, assim como os municípios que implantarem a coleta seletiva com a participação de cooperativas ou associações de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas de pessoas físicas de baixa renda (BRASIL, 2010).

Milaré (2015) orienta que na esfera nacional um Plano de Resíduos Sólidos deve, impreterivelmente, conter alguns itens: diagnóstico dos resíduos, medidas que incentivem a gestão racionalizada; opções que promovam a recuperação dos lixões e a destinação adequada dos dejetos. Para planos estaduais ele destaca a necessidade de desenvolver estudos e a hipótese de cenários, o que em sequência subsidiará as atividades municipais e o ordenamento dos territórios em microrregiões.

Na esfera municipal, os planos devem ser ordenados segundo a gestão integrada, partindo da premissa de envolvimento de todos os setores municipais (ANTUNES, 2016). Destaca-se que o desenvolvimento do plano pode surgir a partir de uma organização intermunicipal, a qual possibilita a formação de consórcios, assim como a viabilidade de custo para o incremento de aterros (MACHADO, 2016).

De acordo com Santin, Pedrini e Comiran (2017), os fatores que influem na atuação dos municípios de pequeno porte no que se refere à elaboração dos planos municipais e intermunicipais, são as dificuldades com os recursos financeiros e as estruturas inexistentes.

O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) é a principal ferramenta dos municípios para planejar a gestão dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Este plano é elaborado para um cenário de 20 anos e revisado a cada 4 anos, porém há a obrigatoriedade apenas para municípios que possuem acima de 20.000 habitantes, já os demais podem optar por realizar planos que contemplem a gestão de resíduos sólidos de forma mais simplificada (Plano Municipal Simplificado de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o PMSGIRS) e/ou que compreendam também as outras áreas do saneamento básico, como o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) (BRASIL, 2010).

A dificuldade da concepção do PMGIRS e dos outros planos de gestão como um todo, está no planejamento de um conjunto de medidas que exigem o conhecimento da realidade municipal e regional, e na atuação conjunta dos setores público e privado com o desenvolvimento de modelos para prestação dos serviços que possibilitem sua efetivação. Mecanismos de apoio e qualificação dos quadros técnicos dos municípios são essenciais para a

elaboração deste e também para evitar que seja descolado das especificidades locais (MMA, 2020).

Segundo dados da pesquisa publicada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) referentes aos anos base de 2013 e 2017, o número de municípios que elaborou o Plano de Gestão de Resíduos cresceu no período. Em 2013 cerca de 33% dos municípios possuíam PMGIRS e em 2017 esse percentual subiu para 55% (MMA, 2020).

A PNRS apresenta também a coleta seletiva de resíduos com um de seus instrumentos. Desta maneira, o município deve promovê-la no gerenciamento de seus resíduos sólidos, proporcionando assim vantagens na implantação do programa de coleta seletiva, como a geração de trabalho e renda, diminuição de gastos com limpeza e com disposição final em aterros sanitários, como consequência disso, proporcionando o aumento da vida útil de aterros sanitários, e também estimulando a conscientização ambiental da sociedade.

No entanto, em pesquisa realizada pela CEMPRE – Compromisso Empresarial para Reciclagem, no ano de 2018, apenas 1227 municípios brasileiros contavam com o sistema de coleta seletiva, representando 22% do total. Deve-se reconhecer que o número de cidades que apresentam o sistema tem aumentado gradativamente, o que é considerado satisfatório. Mas ainda há muito a ser avançado para que o país obtenha uma melhor performance no que se refere a coleta seletiva (CEMPRE, 2018).

Além disso, ressalta-se que o gerenciamento de resíduos sólidos é o primeiro passo na sua gestão e, pelos mais variados motivos, dentre eles: disposição irregular, coleta informal ou insuficiente do sistema de coleta pública, visto que nem todo o resíduo sólido gerado é coletado. No entanto, observa-se que o cenário apresentado está fora do designado na Lei 12.305/2010 e, apenas 10% dos municípios brasileiros elaboraram o planejamento designado na PNRS. O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) (2013, p. 01) destaca que:

[...] a falta de gerenciamento correto dos resíduos sólidos representa desperdício anual de cerca de R\$ 8 bilhões. Ou seja, o fato de o lixo ser reciclado, pode virar emprego e renda. Não cuidar do lixo significa também jogar dinheiro fora, além de problemas ambientais e sociais.

Neste contexto, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos é possível observar a necessidade de adequação dos municípios e estados às medidas estabelecidas, como a elaboração dos planos de gestão de resíduos sólidos e também da realização da coleta seletiva. Pois, como supracitado, é inviável o acesso a recursos da União, incentivos ou financiamentos

para melhorias relacionadas à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos sem o cumprimento da legislação.

2.4. Panorama da geração e destinação de resíduos sólidos urbanos no Brasil e em Minas Gerais

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpezas Públicas e Resíduos Especiais e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (ABRELPE/IBGE), entre 2010 e 2019, a geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) no Brasil registrou considerável crescimento, passando de 67 milhões para 79 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2021, IBGE, 2020).

Em contrapartida, o diagnóstico do SNIS do ano de 2019 apontou uma elevada porcentagem de cobertura do serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos, sendo 98,8% da população urbana e 92,1% da população total (SNIS, 2019). No entanto, foi evidenciado na pesquisa Ciclosoft, que cerca de 78% dos municípios participantes, manifestaram não desfrutar de nenhuma forma do serviço de coleta seletiva (CEMPRE, 2018).

Ainda que haja uma elevada taxa de atendimento à coleta de resíduos, uma parte significativa não é reaproveitada, isso se deve ao fato de não ser realizada a coleta seletiva, conseqüentemente, não se cumprindo a destinação final ambientalmente adequada, a qual baseia-se na recuperação, reutilização, reciclagem e compostagem dos resíduos, visando assim a redução dos impactos socioambientais e danos à saúde pública (BRASIL, 2010).

Estimou-se que mais da metade (51,4%) dos resíduos é representada pela fração orgânica – vestígios animais e vegetais de origem domiciliar, urbano, agrícola, industrial ou de saneamento básico (IBGE, 2010). Diante disso, uma alternativa sustentável seria a realização da compostagem, reaproveitando-o como adubo na agricultura. No entanto, menos de 2% dos resíduos são reaproveitados desta forma no Brasil (IPEA, 2012).

Por sua vez, a recuperação estimada de resíduos recicláveis apresenta 1,04 milhões de toneladas recuperadas, correspondendo apenas a 1,6% do total de Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) e públicos coletados em 2019 (SNIS, 2019). Os números apresentados são extremamente baixos e precisam ser melhorados, pois, a reciclagem colabora com a minimização de gastos com o aterramento, com o aumento geração de empregos e apoio a empresas de reciclagem, bem como o aquecimento da economia do local (BARROS *et al.*, 1997).

Cabe neste contexto, uma análise do cenário apresentado pelo estado de Minas Gerais, relacionado a gestão municipal dos resíduos sólidos urbanos (RSU), visto que o presente trabalho foi elaborado tendo como base a cidade de Coqueiral situada neste estado.

Em Minas Gerais, a população atendida pela coleta de resíduos domiciliares corresponde a 79,23%, representando um total de 16.732.211 pessoas, demonstrando um índice de 12,87% abaixo do panorama nacional (SOARES *et al.*, 2019).

De acordo com informações autodeclaradas pelos municípios, 25,8%, o equivalente a 220 municípios, promovem o serviço de coleta seletiva em seus territórios e 69,7%, correspondente a 595 municípios, ainda não oferecem o serviço aos seus cidadãos e 4,5%, isto é, 38 municípios, não disponibilizaram informações referentes ao tema (SEMAD, 2020). Apesar da PNRS trazer obrigatoriedades e mecanismos de minimização dos impactos ao meio ambiente, evidencia-se que ainda assim a porcentagem de atendimento de coleta seletiva permanece baixa até então.

Outro aspecto que deve ser discutido é a composição gravimétrica dos resíduos de uma região, a qual varia em função de diferentes fatores, como o número de habitantes do município, o nível de educação da população, a renda familiar, os hábitos e costumes da população, as condições climáticas e sazonais e a industrialização de alimentos (VIEIRA *et al.*, 2000).

Sendo assim, as informações sobre a caracterização dos resíduos são imprescindíveis para a compreensão e o planejamento do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos de um município; permitindo a adoção de medidas, olhando cada componente e reconhecendo a sua participação no todo. Podendo-se então avaliar a possibilidade de aproveitamento, tanto das frações recicláveis, quanto da matéria orgânica para a produção de adubo, ambos podendo ser utilizados para a comercialização (CARVALHO; JESUS; PORTELLA, 2013).

À vista disso, em análise gravimétrica realizada pela CEMPRE em 2018, mostrou que a maior parte dos resíduos coletados por sistemas de coleta seletiva dos municípios brasileiros é constituída por papel/papelão (21%), seguido dos plásticos (17%), e em geral vidros e metais. Ou seja, grande parte dos resíduos coletados poderiam ser reaproveitados, gerando benefícios à sociedade e ao meio ambiente como um todo (CEMPRE, 2018).

Nesta linha, na construção do presente trabalho, observou-se que alguns municípios buscam desenvolver programas de gerenciamento, como o PMGIRS, PGRS ou até mesmo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), alvo deste trabalho, os quais têm a finalidade de se tornarem sustentáveis e mais eficientes, e concentrarem seus esforços na reciclagem de resíduos sólidos urbanos, podendo gerar emprego e renda para a população. Porém, não é possível desconsiderar as desigualdades presentes na sociedade, por esta razão é indispensável

que antes de instrumentos para punição aos infratores, ocorra a capacitação e a educação da população como um todo, com destaque para os gestores municipais, por serem mais próximos da realidade dos municípios.

Desta forma, sem a percepção da importância da educação ambiental e da relevância de cada ação do gerenciamento dos resíduos sólidos, tanto os objetivos como as metas dificilmente serão atingidos (SILVA, M. *et al.*, 2020).

Em suma, os padrões de consumo crescentes, aliados às dificuldades públicas em atender as exigências legais bem definidas no país, resultam em degradação ambiental e prejuízo à qualidade de vida das populações. O primeiro passo para implementação da correta gestão de resíduos sólidos em um município é a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Resíduos Sólidos, o qual deve conter: caracterização dos resíduos gerados, diagnóstico dos serviços prestados e da situação atual e prognóstico de demandas futuras.

3. METODOLOGIA

3.1 Caracterização da área de estudo

O município de Coqueiral está localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais na microrregião do Baixo Sapucaí (Figura 1), se estendendo por uma área territorial de 296,163 km², situado em torno de 860 metros de altitude e com uma população de cerca de 9.289 pessoas, apresentando uma densidade demográfica de 31,36 hab/km², segundo informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010. Sendo assim, Coqueiral é classificado como um município de pequeno porte, por apresentar menos de 25 mil habitantes.

Coqueiral está situado a cerca de 270 km da capital Belo Horizonte, cujo acesso se dá principalmente pela BR- 381 e pela BR-265, Rodovia Fernão Dias que liga Belo Horizonte a São Paulo. Os municípios limítrofes são Boa Esperança, Aguanil, Nepomuceno e Santana da Vargem.

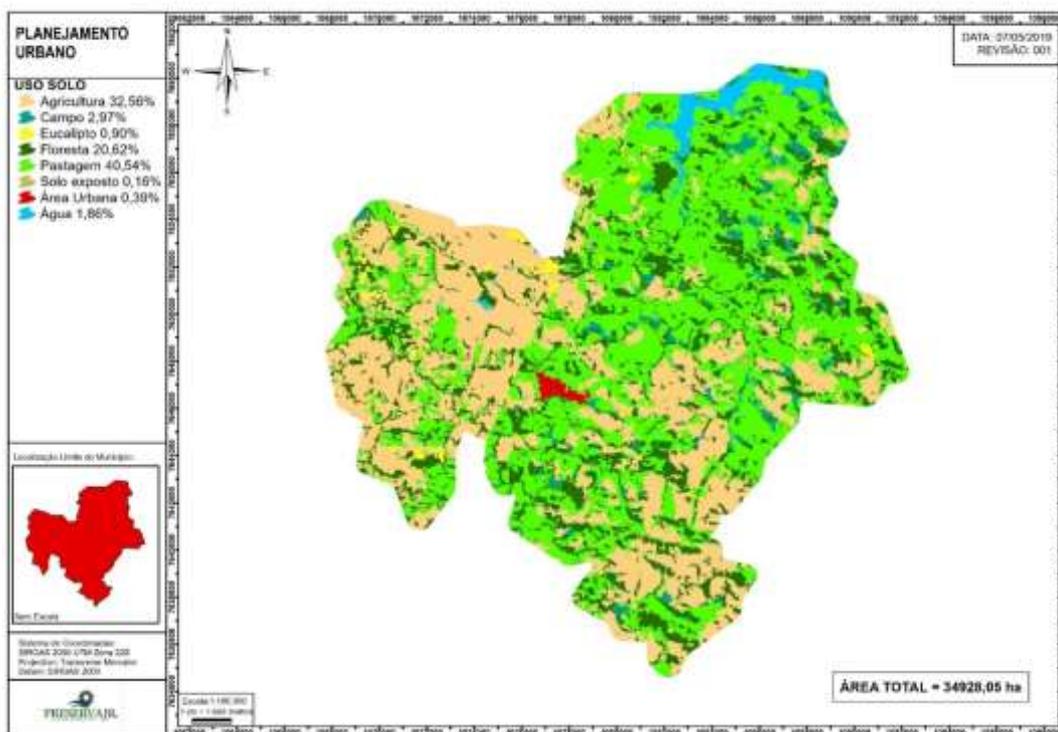
Figura 1 – Mapa de localização do município de Coqueiral.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

O município em área urbana corresponde a 70,92 %. Desta maneira, o número de pessoas da zona urbana equivale aproximadamente a 6.588 pessoas e, da zona rural, a 2.701 pessoas, sendo a porcentagem da área rural de 29,18%.

Figura 2 – Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Analisando o mapa de uso e ocupação do solo mostrado acima, evidencia-se que a área urbana corresponde apenas a 0,39%, o que pode indicar uma maior quantidade de locais para a disposição final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos, sendo estes afastados dos núcleos populacionais e que atendam aos requisitos das normas técnicas, como a COPAM nº 118 de 27 de junho de 2008, para reduzir o potencial de contaminação dos solos, do ar e das águas.

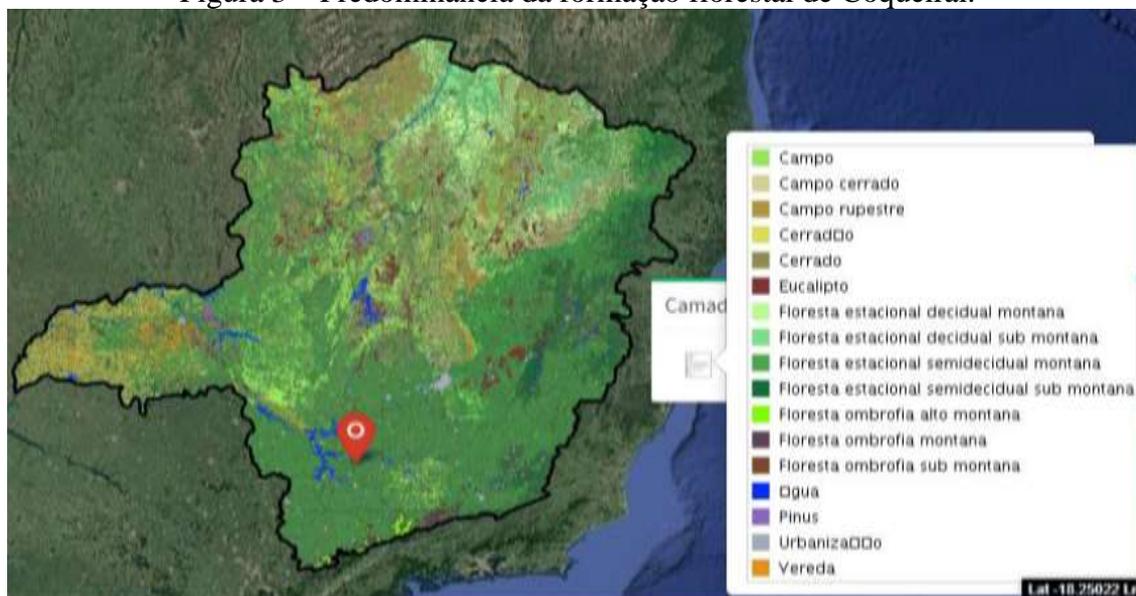
3.1.1 Aspectos ambientais

O município de Coqueiral está inserido no limite do bioma de Mata Atlântica, caracterizado por contemplar um conjunto de formações florestais densas e fechadas, correspondendo a cerca de 10% do território brasileiro (IBGE, 2019).

Em relação à vegetação, Coqueiral está situado na porção de Floresta Estacional Semidecidual (IDE-Sisema, 2021) (Figura 3). Segundo a Agência Embrapa de Informação Tecnológica, estas são formações de ambientes menos úmidos do que aqueles onde se desenvolve a floresta ombrófila densa. Em geral, ocupam ambientes que

transitam entre a zona úmida costeira e o ambiente semiárido; a vegetação apresenta um porte arbóreo em torno de 20 metros e uma razoável perda de folhas no período seco. Já no período chuvoso, sua fisionomia se confunde com a da floresta ombrófila densa.

Figura 3 – Predominância da formação florestal de Coqueiral.



Fonte: IDE – Sisema (2021).

3.1.2 Aspectos socioeconômicos

A respeito da economia do município, sua principal fonte é a agricultura, sendo a cafeicultura a cultura sobressalente. Grandes cooperativas como a Cocatrel e a Capebe estão instaladas em Coqueiral e além de favorecerem a economia, participam e patrocinam ações culturais e sociais nas cidades onde estão instaladas, auxiliando no desenvolvimento local.

De acordo com os dados socioeconômicos disponíveis no IBGE (2016), é possível analisar informações referentes qualidade de vida da população, bem como saúde, educação, vulnerabilidade ambiental, entre outros fatores que influenciam no bem-estar de seus moradores.

Tabela 1 – Rendimentos de Coqueiral-MG.

Salário médio mensal dos trabalhadores formais	1,6 salários mínimos
Pessoal ocupado	898 pessoas
Proporção de pessoas ocupadas em relação à população total	9,50%

Percentual da população com rendimento nominal mensal per capita de até ½ salário mínimo	35,10%
------------------------------------------------------------------------------------------	--------

Fonte: IBGE (2016).

Baseando-se nos dados apurados a partir de 2017, Coqueiral apresenta as seguintes características econômicas:

- Produto Interno Bruto (PIB) per capita: R\$ 18.565,19;
- Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) (2010): 0,694;
- Total de receitas: R\$ 18.242,00 (×1000);
- Total de despesas empenhadas: R\$ 17.665,00 (x1000);

De acordo com os dados do IBGE é possível observar que o PIB per capita da cidade de Coqueiral que corresponde a R\$ 18.565,19, encontra-se abaixo do nacional que é de R\$ 33.593,82. Sendo este um importante indicador síntese de uma economia, o PIB é a soma de todos os bens e serviços finais produzidos pela cidade em um ano. No entanto, ressalta-se que ele não leva em conta diversos fatores, como a distribuição de renda, qualidade de vida, saúde e educação (IBGE, 2021).

Outro item a ser analisado é o IDHM, composto por três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia entre 0 e 1. Quando mais próximo de 1, maior o desenvolvimento humano, segundo o Programa das Nações Unidas (PNUD). Sendo assim, Coqueiral apresentou no ano de 2010, o IDHM de 0,694, ficando em 2078º lugar entre os municípios brasileiros (IDHM MUNICÍPIOS, 2010).

3.2 Levantamento de dados para o diagnóstico

Foi realizado um levantamento de dados em campo, durante o mês de março do ano de 2019 a respeito da gestão de resíduos sólidos do município de Coqueiral- MG.

Para desenvolver este estudo, foram feitas visitas ao Departamento de Agricultura e Meio Ambiente, Departamento de Obras e de Limpeza Urbana e Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Coqueiral (AMARC) para obter informações preliminares, como:

- 1) Descrição administrativa e organizacional referente aos serviços relacionados aos resíduos sólidos;

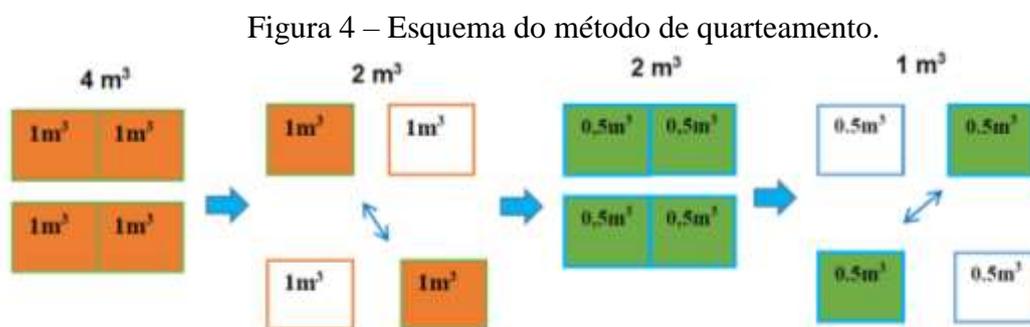
- 2) Sistema de coleta e transporte: quantidade de caminhões, capacidade, conservação, itinerário, frequência de coleta e transporte dos resíduos;
- 3) Destinação dos resíduos domésticos coletados: antiga e atualmente;
- 4) Resíduos Sólidos Orgânicos (RSO);
- 5) Lixeiras comunitárias e contêineres;
- 6) Resíduos do Serviço de Limpeza Pública (RSLP);
- 7) Limpeza após feiras;
- 8) Limpeza de pontos de descarte irregular de resíduos;
- 9) Situação atual da limpeza urbana: varrição de ruas e logradouros, capina, entulhos, roçada, poda de árvores e gramados e limpeza de praças;
- 10) Coleta Seletiva: porcentagem de alcance, história da cooperativa, rotina operacional, sistema de coleta e transporte (quantidade de caminhões, capacidade, conservação, itinerários, frequência), estrutura física, instalação, uso de Equipamento de Proteção Individual (EPI), triagem, número de catadores, função, resíduos coletados, renda, mercado e subsídio municipal;
- 11) Resíduos de Serviço de Saúde (RSS): prestadora de serviços, destinação final; deficiências;
- 12) Logística reversa: pesquisa na prefeitura e nos estabelecimentos comerciais, PEV's;
- 13) Diagnóstico da área rural: destinação, disposição dos resíduos sólidos domiciliares, descarte de embalagens de agrotóxicos, disposição irregular e reciclagem;
- 14) Principais geradores resíduos: em quantidade ou perigosos.

Para uma melhor caracterização dos resíduos sólidos produzidos em Coqueiral, foi realizado um estudo gravimétrico, o qual é baseado na composição gravimétrica, geração per capita e peso específico dos Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), identificando assim a porcentagem dos materiais presentes em sua constituição e possibilitando o planejamento de medidas como, por exemplo, o reaproveitamento dos resíduos e destinação final mais adequada (ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Para a realização da análise gravimétrica, foi utilizado o método de quarteamento, de acordo com a ABNT NBR 10.007 em que se obtém uma amostra representativa dos resíduos, que contenha características e propriedades análogas a de sua massa total.

Primeiramente, foi realizada a coleta dos resíduos pelo serviço local da prefeitura, evitando que os resíduos fossem compactados pelo veículo coletor. O segundo passo consistiu no descarregamento dos resíduos coletados em lona num pátio em local aberto. Logo em seguida, os sacos plásticos foram rompidos e com o auxílio de pás, foi realizada a homogeneização.

A partir disto, foi dado início ao primeiro quarteamento, dividiu-se o montante em quatro partes aparentemente iguais (1 m^3 cada) e tomaram-se duas partes opostas em diagonal, descartando as duas restantes. Na amostra resultante, repetiu-se o quarteamento, coletando duas partes opostas de $0,5\text{ m}^3$ cada e descartando as demais. Na pilha de resíduos que foram descartados, foram coletados resíduos em quatro pontos diferentes, dando preferência ao topo e a base da pilha (Figura 4).



Fonte: Preserva Jr. (2019).

A etapa seguinte consistiu no preenchimento de recipientes de 200 litros, os quais foram pesados individualmente, vazios e preenchidos. Após a pesagem, os resíduos de cada recipiente foram despejados sobre uma lona para proceder à segregação de seus elementos (Figura 5). Os resíduos dispersos foram separados conforme as seguintes características: papel/ papelão, plástico rígido, plástico filme, metal, vidro, orgânico, embalagem longa vida e outros.

Após a separação, foi realizado o acondicionamento dos resíduos nos recipientes plásticos, a pesagem, com o uso de balança de cada componente e posteriormente, a tabulação dos dados.

Figura 5 – Análise gravimétrica e volumétrica dos resíduos sólidos de Coqueiral-MG.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

3.3 Levantamento de dados para o prognóstico

Para realizar os cálculos do prognóstico, foram levantados alguns números:

- População em 2000 e 2010 no site do IBGE;
- Geração per capita na planilha de indicadores do SNIS de 2018;
- Valores de venda de recicláveis em pesquisa realizada pela CEMPRE em 2016;

O coeficiente projeção populacional do município de Coqueiral foi calculado ano a ano pelo método geométrico, apresentado nas Equações 1 e 2 (IBGE, 1991):

$$Kg = \frac{\ln P_n - \ln P_0}{t_n - t_0} \quad \text{Equação 1}$$

$$P_t = P_0 \times e^{Kg(t-t_0)} \quad \text{Equação 2}$$

Em que,

Kg = coeficiente (razão);

P_n = População referente ao último dado (IBGE, 2010);

t_n = ano referente ao último dado;

P_0 = População referente ao primeiro dado censitário (IBGE, 2000);

t_0 = ano referente ao primeiro dado censitário;

P = População referente ao ano em questão (horizonte de 20 anos: até 2039);

t = ano em questão (horizonte de 20 anos: até 2039).

A estimativa geração per capita de resíduos (GP) em cada ano foi calculada pela Equação 4, com base na taxa de crescimento (TC) calculada com os dados de GP pela Equação 3.

$$TC = \frac{GPn^{\frac{1}{tn-t_0}}}{GP0} \quad \text{Equação 3}$$

$$GPt = GP0 \times TC^{(tn-t_0)} \quad \text{Equação 4}$$

Em que,

GPn = Último valor de geração per capita conhecido;

GPt = Geração Per Capita no ano em questão (kg/hab.dia) (SNIS, 2018);

GP0 = Geração Per Capita inicial (estimado);

TC = taxa de crescimento;;

t0 = ano da GP0;

tn = ano referente ao último valor de geração per capita conhecido;

t = ano em questão.

Para o cálculo percentual da análise gravimétrica foi realizada a seguinte equação:

$$\text{Porcentagem de resíduo} = \frac{\text{Valor médio}}{\text{Valor médio total}} \times 100 \quad \text{Equação 5}$$

Em que,

Valor médio = kilo;

Valor médio total = kilo.

Para os cálculos de massa anual total:

$$MTotal = GPt \times \text{População} \times TA \times 365 \quad \text{Equação 6}$$

Em que,

MTotal = quantidade total de resíduos/rejeitos produzidos em um ano;

População = número de habitantes no ano em questão (hab);

TA = taxa de atendimento da coleta de lixo (0,97).

Com isso, estimou-se a massa anual de orgânicos, recicláveis e rejeitos da seguinte forma:

$$M \text{ Orgânicos} = M \text{ Total} \times P \text{ orgânicos} \quad \text{Equação 7}$$

$$M \text{ Recicláveis} = M \text{ Total} \times P \text{ recicláveis} \quad \text{Equação 8}$$

$$M \text{ Rejeitos} = M \text{ Total} \times P \text{ rejeitos} \quad \text{Equação 9}$$

Em que,

M Orgânicos/Recicláveis/Rejeitos = quantidade de resíduos em um ano (kg)

M Total = quantidade total de resíduos produzidos em um ano (kg)

P orgânicos/recicláveis/rejeitos = porcentagem

Visando estimar os valores que podem ser arrecadados com a reciclagem, foram propostas metas progressivas para a coleta seletiva, a partir do cenário atual, iniciando então em 5% até chegar nos 20% (porcentagem de recicláveis obtida no diagnóstico):

$$\text{Valor anual} = \text{Valor anual total} \times \text{porcentagem} \times \text{preço} \times \text{meta}$$

Equação 10

Em que,

Valor anual = valor arrecadado para cada reciclável (R\$) em um ano

Valor anual total = valor total arrecadado com a venda de recicláveis em um ano

Porcentagem = parte correspondente a cada tipo de reciclável

Preço = valor de venda de cada reciclável (R\$) (CEMPRE,2016)

Meta = meta de destinação à coleta seletiva

A Equação 10 foi repetida para obter os valores anuais arrecadados para o papel, papelão, plástico filme e plástico rígido, posteriormente foi feito o somatório de cada ano e dividido pelo número de trabalhadores da associação.

Para obter o volume de resíduos a serem aterrados foi utilizada a seguinte fórmula:

$$D = \frac{m}{V}$$

Equação 11

Em que,

D = densidade (kg/m³)

m = massa (kg)

V = volume (m³)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Diagnóstico

4.1.1 Estrutura administrativa e operacional

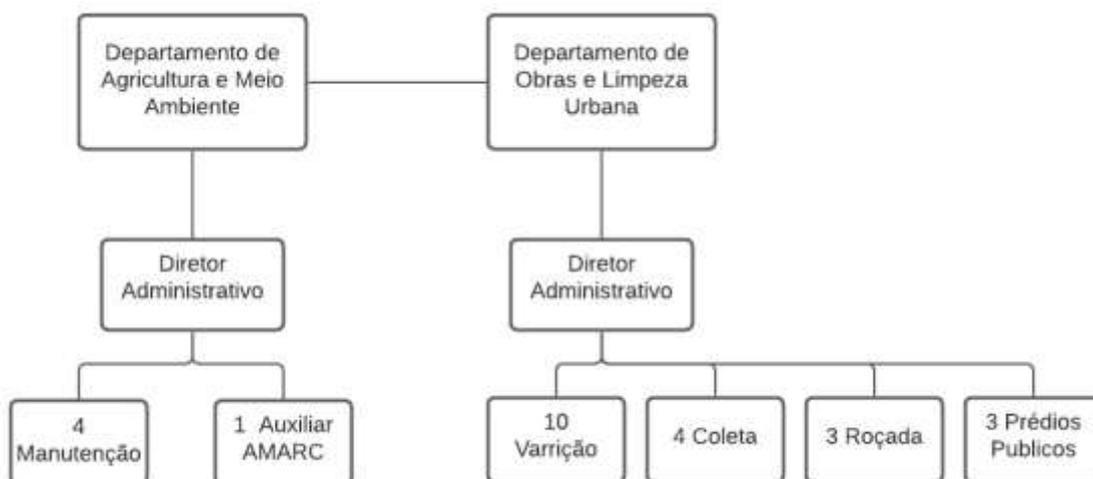
A Prefeitura Municipal de Coqueiral é responsável por grande parte dos serviços relacionados aos resíduos sólidos, como a limpeza de vias públicas, coleta convencional e seletiva, manutenção de lixeiras, sendo eles administrativos e operacionais, assim como mostra a Figura 6. Estes são divididos entre o Departamento de Agricultura e Meio Ambiente, o Departamento de Obras e de Limpeza Urbana ambos atrelados à AMARC.

O Departamento de Agricultura e Meio Ambiente é composto por 6 funcionários, sendo um diretor do departamento, quatro são funcionários responsáveis por manutenção e um que auxilia a Associação de Catadores.

A Associação dos Catadores de Materiais Recicláveis de Coqueiral - MG (AMARC) tem grande relevância para a coleta seletiva do município. A coleta é feita com o auxílio do caminhão da Prefeitura às terças-feiras. Porém o seu quadro de colaboradores é pequeno e desprovido de Equipamentos de Proteção Individual e a área em que é realizada a separação não possui cobertura, podendo sofrer com as intempéries climáticas.

O Departamento de Obras e de Limpeza Urbana, conta com 20 funcionários que administram e organizam a coleta convencional e seletiva e também fazem a manutenção de lixeiras e contêineres. Anteriormente a Prefeitura apenas notificava os proprietários de lotes privados quanto à manutenção, mas recentemente houve a criação da Lei 2.463/2019 que dispõe sobre a limpeza de terrenos baldios e coleta de entulhos particulares, em que os custos são cobrados no IPTU.

Figura 6 – Fluxograma da estrutura organizacional.



Fonte: Da autora (2021).

4.1.2 Legislação Ambiental Municipal

Dentre as principais leis e decretos municipais relacionados aos resíduos sólidos e ao saneamento básico, destacam-se:

- Lei 2.110/2013- Dispõe sobre a instalação de lixeiras seletivas nos estabelecimentos comerciais e logradouros públicos do município de Coqueiral;
- Decreto 1.740/2014 - Dispõe sobre a regulamentação da coleta convencional, seletiva, transporte de resíduos e entulho no âmbito municipal;
- Lei 2.154/2014 - Cria o Conselho Municipal de Saneamento Básico;
- Lei 2.485/2019 - Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB);
- Lei 2.463/2019 - Altera a Lei Municipal nº 1.098/1995, de criação do CODEMA- Conselho Municipal de Desenvolvimento Ambiental de Coqueiral/MG e dá outras providências;
- Lei 2.418/2019 - Regulamenta a limpeza de terrenos baldios e coleta de Entulhos de Particulares;
- Lei 2.482/2019 - Incentivo à coleta de material reciclável - Coqueiro Verde.

No entanto, evidencia-se que faltam algumas legislações, como por exemplo, relacionadas aos grandes geradores de resíduos sólidos, dispendo sobre a definição, responsabilidades e obrigações, como a Lei 7124/2018 do município de Bauru - SP. Outra lei que deveria ser instituída, seria relacionada a Logística Reversa em que

fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos comercializados no Município devem se adequar e implantar a logística reversa de embalagens pós-consumo de alguns produtos, reforçando assim o estabelecido pela PNRS, como no caso da Lei nº 17471 de 30 de setembro de 2020 do Município de São Paulo (BRASIL, 2018; BRASIL, 2020).

4.1.3 Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD)

Os Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) são os provenientes das residências, sendo estes os orgânicos, recicláveis e também rejeitos, como fraldas e absorventes. No entanto, a separação é realizada basicamente em recicláveis e orgânicos. Os recicláveis que são separados pela população, são coletados pela AMARC às terças-feiras, e os orgânicos de segunda a sábados, exceto às terças-feiras, pelo sistema de coleta convencional da Prefeitura Municipal. Posteriormente, os RSD coletados são levados para a Estação de Transbordo do município e então encaminhados para o Aterro Classe II em Nepomuceno – MG.

Os resíduos orgânicos podem ser separados de outros tipos e transformados com técnicas simples, como a compostagem (degradação com a presença de oxigênio) e a biodigestão (degradação com a ausência de oxigênio).

Com isso, há o interesse do município em construir uma Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) para realizar o tratamento adequado aos RSD, porém não há nenhuma mobilização significativa quanto ao projeto.

4.1.4 Geração e acondicionamento

A geração per capita observada em 2018 foi de 0,550 kg/hab.dia (SNIS,2019), já no ano de 2019 obteve-se o valor de 0,546 kg/hab.dia, indicando um decréscimo da produção de resíduos sólidos por habitante, o que já é esperado devido a diminuição populacional, a qual era de 9038 pessoas em 2018 e 9008 pessoas em 2019.

Visando facilitar a coleta dos resíduos gerados nos domicílios (RSD) em áreas de difícil acesso com o caminhão coletor, são usados contêineres. O objetivo consiste na disposição dos resíduos pelos usuários finais nos contêineres situados em alguns pontos da área rural.

Para a disposição de resíduos sólidos urbanos são usadas apenas 8 lixeiras comunitárias, com capacidade de 200 litros cada e estão dispostas em locais de maior circulação de pessoas, como o centro da cidade.

A Prefeitura tentou fazer uso de caçambas nas principais vias de acessos ao município, porém o excesso de resíduos, odor e vandalismo inviabilizaram a manutenção desta forma de acondicionamento. Sendo assim, estas foram removidas e atualmente, não se faz mais o uso para a coleta de lixo domiciliar na área urbana.

Os resíduos armazenados nas lixeiras e contêineres são recolhidos juntamente com os Resíduos de Serviço de Limpeza Pública (RSLP) pela Prefeitura, depois são transferidos para o caminhão coletor, posteriormente encaminhados para a Estação de Transbordo e assim para o Aterro Sanitário em Nepomuceno - MG.

4.1.5 Composição gravimétrica e volumétrica

Os dados obtidos na composição gravimétrica são apresentados na Tabela 2, mostrando que foi analisado um total de 371,6 kg de resíduos sólidos, e em sua maioria, foi encontrada matéria orgânica (47,3%). O item considerado como “Outros”, se trata dos rejeitos, como lixo de banheiro, fraldas, resíduos de poda e de madeira, totalizando 31,8%, assim como mostra a Figura 7.

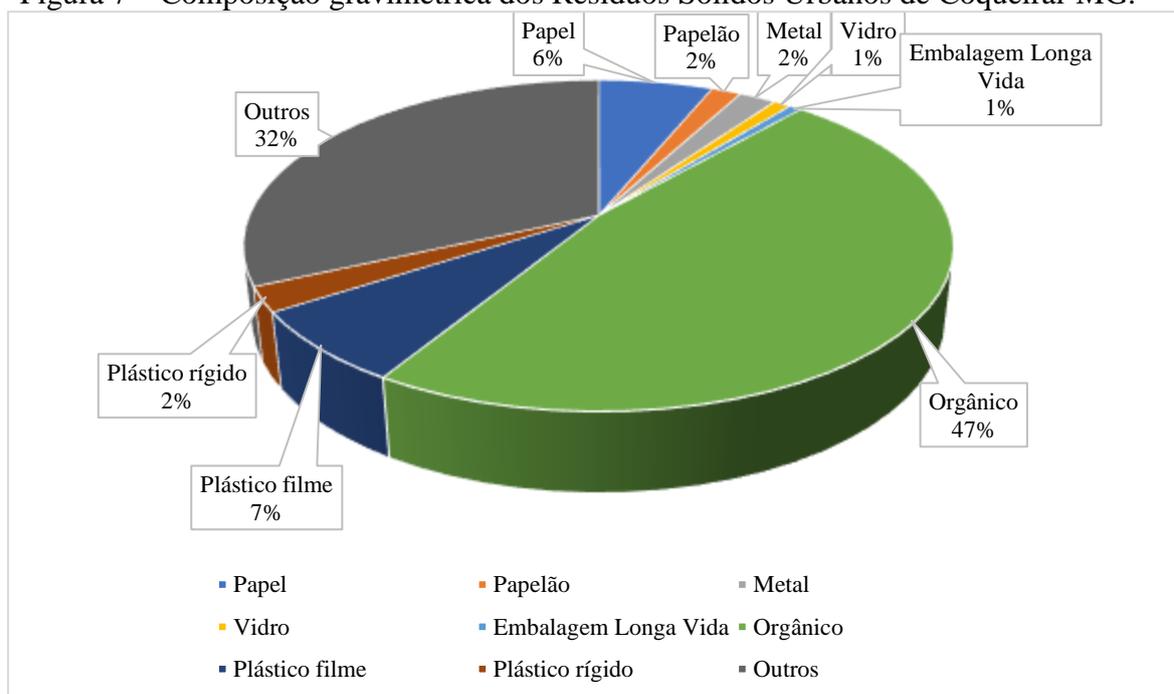
Tabela 2 – Dados da composição gravimétrica e volumétrica.

	Dia 18/03	Dia 19/03	Dia 20/03					
Material	Massa (kg)			Soma (kg)	Média	Desvio Padrão	% massa	Volume (m³)
Papel	11,00	10,50	1,50	23,00	7,67	5,35	6,19	0,34
Papelão	4,00	0,50	1,50	6,00	2,00	1,80	1,61	0,43
Metal	0,50	6,00	1,00	7,50	2,50	3,04	2,02	0,18
Vidro	1,50	1,50	0,50	3,50	1,17	0,58	0,94	0,11
Embalagem Longa Vida	0,50	0,50	1,50	2,50	0,83	0,58	0,67	0,19
Orgânico	29,10	111,50	35,00	175,60	58,53	45,97	47,26	0,83
Plástico filme	8,50	11,50	6,50	26,50	8,83	2,52	7,13	0,71
Plástico rígido	4,00	3,00	2,00	9,00	3,00	1,00	2,42	0,48
Outros	29,50	50,00	38,50	118,00	39,33	10,28	31,75	0,87
TOTAL	88,60	195,00	88,00	371,60	123,87	61,60	100,00	4,14

Fonte: Preserva Jr. (2021).

O resíduo reciclável totalizou 20,98%, índice que poderia ser menor caso houvesse uma maior eficiência no sistema de coleta seletiva na cidade. Este alto índice, indica que a coleta não está sendo feita de forma eficaz, podendo ser por parte da empresa que a realiza e ou da própria população que não separa de forma adequada, o que se explica a taxa atual de 5% de reciclagem dos resíduos sólidos urbanos de Coqueiral.

Figura 7 – Composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de Coqueiral-MG.



Fonte: Da autora (2021).

Os resultados apresentados na Figura 7, mostraram a predominância de matéria orgânica na composição dos resíduos sólidos, tanto em Coqueiral, quanto em Sobradinho, Nova Ponte e Maria da Fé, os quais também são classificados como municípios de pequeno porte, por apresentarem população com número abaixo de 25 mil habitantes. Os valores encontrados também se assemelham da estimativa nacional de 51,4% de resíduos orgânicos (Tabela 3).

Tabela 3 – Comparação da gravimetria de diferentes municípios.

Localidade	Matéria Orgânica (%)	Recicláveis (%)	Rejeitos (%)	Autor
Coqueiral/MG	47,26	20,98	31,75	Este estudo
Brasil	51,40	31,90	16,70	(SANTOS et al., 2018)
Sobradinho/BA	62,00	8,00	30,00	(FERREIRA et al., 2019)

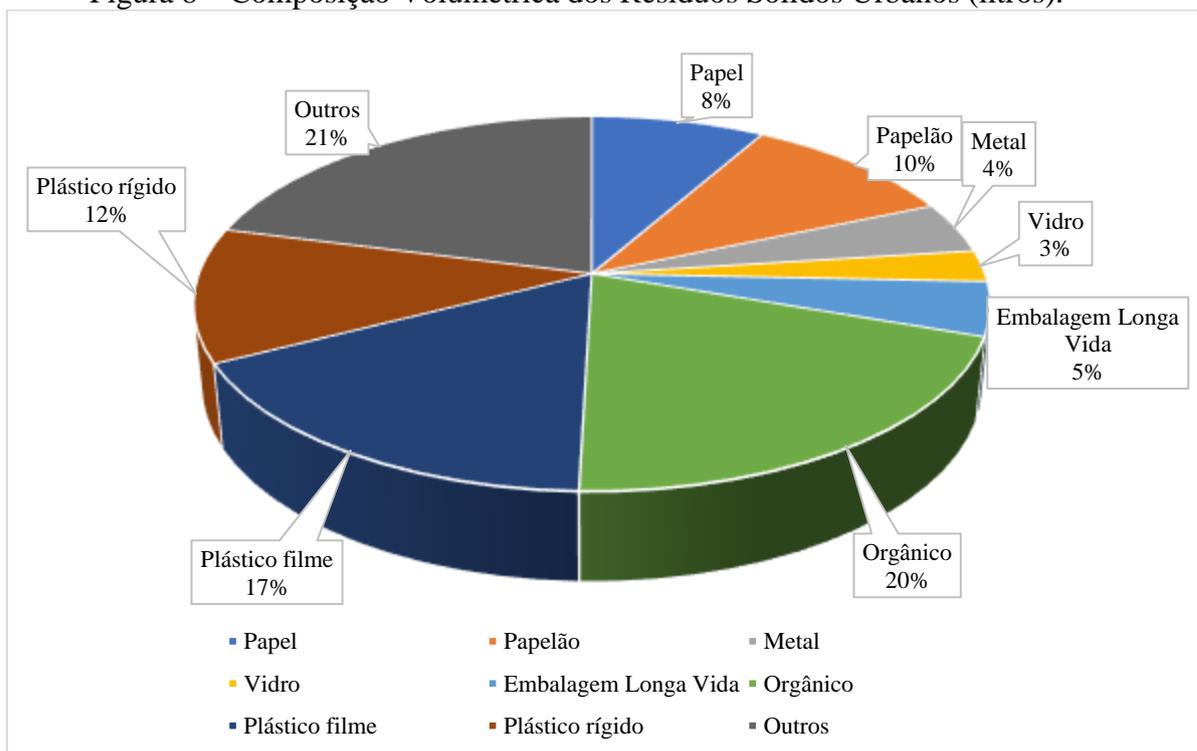
Nova Ponte/MG	40,54	15,85	38,05	(GALDINO et al., 2016)
Maria da Fé/MG	55,60	31,70	12,70	(ALKMIN et al., 2017)

Fonte: Da autora (2021).

Foi realizada também a análise em relação ao volume de resíduos, apresentada na Figura 8 abaixo. A composição volumétrica representa o espaço ocupado por cada fração de resíduo. Sendo assim, é possível estimar o espaço que esses resíduos ocupariam caso fossem aterrados sem passar por outro tipo de tratamento ou disposição final.

Obteve-se os tipos com maior volume: os rejeitos, classificado como “Outros” correspondendo a 21%, os recicláveis 59%, e os orgânicos equivalendo a 20% do volume total de aproximadamente 4 m³. Sendo assim, verifica-se que 79% do volume poderia ser destinado de forma mais adequada, como para a compostagem e reciclagem.

Figura 8 – Composição Volumétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos (litros).



Fonte: Da autora (2021).

Em 2039 estima-se que o volume total de resíduos será de 10.074 m³. Caso sejam aterrados apenas os rejeitos, submetendo os orgânicos e recicláveis à uma destinação adequada, o volume a ser aterrado será de 2.117 m³, proporcionando uma redução de 7.957 m³.

Diminuir o volume aterrado, reduz os custos de operação e aumenta a vida útil do aterro sanitário, alguns resíduos, como o plástico, ocupam um grande volume, mesmo após a compactação, tendendo a preencher mais espaço no maciço sanitário, o que atrelado a sua biodegradação lenta, passam a comprometer a vida útil dos aterros sanitários (GURJÃO; ARAÚJO NETO; PAIVA, 2020).

4.1.6 Coleta convencional e transporte

A coleta dos Resíduos Sólidos Domiciliares (RSD) é realizada de segunda a sábado na área urbana e às terças, quintas e sábados no Distrito de Frei Eustáquio, na zona rural.

De acordo com o levantamento do IBGE, a população urbana de Coqueiral é de 6586 habitantes e a rural é de 2701. Sendo assim, a taxa de cobertura do serviço de coleta de Resíduos Domiciliares (RDO) em relação à população total é de 70,92% e de 100% de acordo com a população urbana (SNIS, 2019). Já em relação a zona rural, os dados não foram apresentados.

Ainda no perímetro urbano, às terças-feiras, é realizada a coleta seletiva. No entanto, o Distrito de Frei Eustáquio ainda não é atendido pela coleta seletiva, embora esteja nos planos da administração.

Os resíduos coletados no sistema convencional de coleta de RSD da área urbana são dispostos diariamente nos contêineres alocados na Estação de Transbordo localizada na Avenida Flemming Larsen S/N no Bairro Bela Vista com coordenadas -21.198549; -45.436944 (Figura 9).

Semanalmente, os resíduos recolhidos são transportados e dispostos em aterro sanitário licenciado pela empresa CTR, no município de Nepomuceno.

Figura 9 – Estação de Transbordo de Coqueiral – MG.



Fonte: Google Earth (2019).

A coleta convencional é realizada porta a porta em toda a área urbana, já na área rural o setor responsável é o Departamento de Obras e de Limpeza Urbana.

A Prefeitura Municipal conta com quatro trabalhadores e apenas um caminhão para fazer a coleta dos resíduos gerados no município. Este caminhão compactador possui uma capacidade de carga de 15 m³ e consegue atender as necessidades de coletas diárias (Figura 10 e 11).

Figura 10 – Caminhão compactador

Figura 11 – Caminhão compactador 15m³



Fonte: Preserva Jr. (2019).



Fonte: Preserva Jr. (2019).

De acordo com levantamento, são gastos R\$163,92 por cada tonelada de resíduos coletada no município, somando os valores com o transbordo e o aterramento, valor este superior à média nacional de R\$95,00, segundo dados apresentados na pesquisa Ciclosoft de 2018 (CEMPRE, 2018).

4.1.7 Coleta seletiva e Associação de Catadores de Materiais Recicláveis

A coleta seletiva do município é realizada pela Associação de Catadores de Materiais Recicláveis de Coqueiral (AMARC). Com o apoio da Prefeitura, a AMARC foi fundada em 19 de agosto de 2015 por quatro associados. O projeto começou no dia 11 de novembro de 2014 com o objetivo de proporcionar suporte aos catadores da cidade, retirando-os do Aterro Controlado e alocando-os em um local mais seguro e com equipamentos adequados ao trabalho.

A ineficácia da separação prévia dos resíduos pelos moradores é refletida na baixa aderência à reciclagem. Apresentando assim, um percentual de resíduos recicláveis coletados baixo, em torno de 5% dos resíduos produzidos em toda a cidade. Se bem realizada a separação e disponibilização dos resíduos para a reciclagem, de acordo com a análise gravimétrica realizada, pode-se reduzir em 20,98% os resíduos que são encaminhados para o aterro e, conseqüentemente, gerar renda para os catadores e reduzir os custos com o aterramento.

Devido à baixa porcentagem de material recolhido e a resistência dos catadores autônomos em se associar - pois muitos não acham viável a divisão dos ganhos - a associação enfrenta problemas financeiros, faturando em torno de R\$ 2.900,00 a cada três meses no total. Sendo assim, uma alternativa para auxiliar e incentivar a reciclagem é o programa Bolsa Reciclagem, que concede ajuda financeira trimestralmente para as cooperativas e associações de catadores de materiais recicláveis.

As atividades de coleta dos materiais recicláveis ocorrem às terças-feiras, com um caminhão e um motorista disponibilizado pela prefeitura. Após a coleta estes são levados para a sede da AMARC, onde ocorre a realização da triagem.

Os resíduos separados são:

- Papelão;
- Papel misto;
- Papel branco;
- Plástico filme branco;

- Plástico filme colorido;
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD) branco;
- Polietileno de Alta Densidade (PEAD) colorido;
- Polietileno Tereftalato (PET) (embalagem de óleo vegetal);
- Polietileno Tereftalato (PET) branco;
- Polietileno Tereftalato (PET) verde;
- Embalagem longa vida.

No galpão, os resíduos são acondicionados em bags de acordo com a tipologia, depois são prensados e por fim, armazenados em local coberto até atingirem a quantidade suficiente para serem negociados. Segundo a gerência da AMARC, os materiais são armazenados por cerca de três meses até serem vendidos (Figura 12 e 13).

Figura 12– Resíduos separados.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 13– Resíduos prensados.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

O material final é vendido de acordo com os valores estabelecidos pela CRM Reciclagem de Varginha. Abaixo estão os preços do quilo de material vendido pela AMARC (Tabela 4).

Tabela 4 – Preços por quilo estipulados pela CRM para venda.

Material	Valor
Papelão	R\$ 0,50

Papel misto	R\$ 0,35
Papel branco	R\$ 0,35
Plástico filme branco	R\$ 0,60
Plástico filme colorido	R\$ 2,50
PEAD branco	R\$ 1,30
PEAD colorido	R\$ 1,50
PET óleo	R\$ 1,35
PET branco	R\$ 0,15
PET verde	R\$ 1,00
Embalagem longa vida	R\$ 0,25

Fonte: AMARC (2019).

A maior parte do material obtido é vendido para uma empresa localizada em Coqueiral, devido a facilidade e redução de custos. Os resíduos comprados são moídos e vendidos para indústrias. Anteriormente, essa empresa estava situada no centro da cidade, onde foram notificados a saírem, devido ao armazenamento incorreto dos materiais no local. Atualmente a empresa está em um novo endereço, porém na frente do antigo galpão ainda há um grande volume de material disposto ao ar livre, propiciando o acúmulo de água e a propagação de vetores de doenças (Figura 14 e 15).

Figura 14 – Área com armazenamento inadequado dos resíduos sólidos.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 15 – Local em frente ao antigo galpão da empresa.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

4.1.8 Tratamento e disposição final

O município de Coqueiral, possui um aterro controlado não licenciado, localizado a uma distância aproximada de 5 km do centro da cidade, com coordenadas geográficas de 21°09'01'' S e 45°24'47'' W (Figura 16) e uma área de aproximadamente 1,9 hectare, o qual foi desativado em junho de 2019.

Figura 16 – Localização do aterro controlado de Coqueiral-MG.



Fonte: QGIS (2019).

O aterro está situado a 110 metros do curso d'água mais próximo, distância inferior ao estabelecido na NBR 10.157/1998, a qual é de 200 metros e também a estabelecida na COPAM nº118, que é entre 200 e 300 metros de corpos hídricos. Ressalta-se que não há cobertura de base com manta impermeável para impedir a infiltração do chorume no solo, o que possibilita a contaminação do curso d'água e do lençol freático. Além disso, também não há sistema de coleta e drenagem de líquidos e gases, além de um sistema de monitoramento.

Quando o aterro ainda estava em funcionamento, era realizado o recobrimento diário dos resíduos, diminuindo assim os odores. Todavia, também existia a questão das

condições insalubres aos trabalhadores do local, devido a presença de animais, ausência de EPI's, tornando-os vulneráveis à contaminações.

Em períodos chuvosos, os maquinários utilizados tinham seu acesso ao aterro controlado dificultado, complicando ainda mais o quadro do local, visto que à medida que os resíduos e rejeitos ficam expostos ocorre proliferação vetores e geração de mau cheiro. Ademais, não há sinalização e nem isolamento, possibilitando a entrada de pessoas não autorizadas, e devido a isso ainda ocorre o despejo irregular de resíduos e também a presença de catadores. Em decorrência disso, ainda há uma grande quantidade de resíduos no local, além da presença de urubus e outros animais (Figura 17 e 18).

Figura 17 – Presença de animais em aterro controlado desativado.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 18 – Antigo aterro controlado.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

A Prefeitura Municipal ainda não realizou a recuperação do local, o que deixa uma série de problemas, como contaminação de água e solo com a infiltração do chorume e a poluição do ar devido a emissão de gases estufa, como o CO₂.

Com a desativação do aterro controlado, viu-se a necessidade de dispor os resíduos gerados no município de maneira ambientalmente adequada. Posto isto, os gestores de Coqueiral contrataram o serviço da empresa CTR-MG, localizada em Nepomuceno.

A empresa conta com dois tipos de aterros regularizados, Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (não-perigosos). No entanto, Coqueiral utiliza do aterro sanitário Classe II, que atende as necessidades do município. Destaca-se também que há a pretensão de construir uma Unidade de Triagem e Compostagem (UTC) no próprio município de Coqueiral, visando um manejo mais adequado dos resíduos sólidos.

4.1.9 Resíduos dos Serviços de Limpeza Pública (RSLP)

O serviço de limpeza pública é de responsabilidade do Departamento de Obras e de Limpeza Urbana. Na manutenção estão alocados 10 funcionários para realizar a varrição das vias públicas, praças e logradouros e outros 3 para desempenhar o serviço de roçada e poda em locais públicos, como praças e terrenos de responsabilidade da prefeitura.

O trabalho de limpeza das vias públicas ocorre em todos os dias da semana, exceto aos domingos. Os resíduos resultantes da varrição por estarem misturados com outros tipos de resíduos, como por exemplo plásticos, latas e orgânicos, são depositados nos contêineres juntos com os resíduos domiciliares e posteriormente enviados à CTR.

A prefeitura realiza serviços como podas de árvores, limpeza de terrenos baldios de responsabilidade da prefeitura e coleta de resíduos dispostos inadequadamente em locais públicos. O material recolhido na limpeza é encaminhado para o aterro controlado, que foi desativado em 30 de junho de 2019.

Em alguns locais rurais, foram encontrados resíduos de construção civil, resíduos domésticos, roupas, sapatos e carcaças de animais (Figura 19 - 22). De acordo com informações da prefeitura, a limpeza do local é feita sempre que necessária, para que não haja proliferação de vetores de doenças. Porém há a reincidência do descarte inadequado dos resíduos pelos moradores locais.

Em terrenos particulares, o volume de resíduos despejados de forma irregular é notório, visto que a Prefeitura não realiza a limpeza destes locais, cabendo ao proprietário realizá-la e também não há fiscalização, com aplicação de multas como meio de controlar este tipo de atitude.

Figura 19 – Local com descarte irregular de resíduos.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 20 – Sapatos jogados em terreno baldio.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 21 – Restos de animais.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 22 – Descarte de roupas.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

4.1.10 Resíduos de Construção Civil (RCC)

Os Resíduos de Construção Civil (RCC) são originados em construções, reformas, reparos e demolições de obras. No município estes resíduos não possuem uma destinação adequada, sendo eles dispostos no aterro controlado.

Os responsáveis pela gestão dos RCC no município é o Departamento de Obras e de Limpeza Urbana. No entanto, a cidade apresenta problemas de disposição irregular em

terrenos, calçadas e vias com entulho, os quais são descartados por moradores, obstruindo a passagem e podendo servir de foco de transmissores de doenças (Figura 23 e 24).

Figura 23 – Resíduos de construção civil em terreno baldio.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Figura 24 – Entulho obstruindo via pública.



Fonte: Preserva Jr. (2019).

Antes mesmo de realizar o descarte, os RCC devem ser: (1) caracterizados, para desta forma, realizar o planejamento adequado, visando a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final; (2) segregados, entre as diferentes classes (A, B,C ou D) para facilitar as etapas seguintes; (3) acondicionados, de acordo com o tipo e quantidade, visando evitar acidentes, proliferação de vetores e poluição visual, como em big bags, baias, caçambas e lixeiras comuns; (4) transportados por empresas licenciadas; (5) tratados e destinados adequadamente, promovendo ações que busquem reduzir a quantidade ou o potencial poluidor dos RCC, seja impedindo descarte de rejeito em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (IBAM, 2001).

Ressalta-se que em Coqueiral, a prefeitura disponibiliza caçambas mediante o pagamento de taxa, porém não há adesão da população. Sendo assim, outra maneira de atenuar este óbice, seria com a implantação de Ecopontos de entrega voluntária, em que a prefeitura estabelece um limite diário a ser descartado e depois os RCC são coletados e destinados adequadamente por empresas licenciadas, sendo os custos pagos pela prefeitura local.

4.1.11 Resíduos de Serviços de Saúde (RSS)

Resíduos de Serviço de Saúde (RSS) são aqueles provenientes dos serviços relacionados ao atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para a saúde, necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamento; serviços de medicina legal; drogarias e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e de pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnósticos *in vitro*; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem; entre outros similares, incluindo o recolhimento de animais mortos em vias e áreas públicas (PMSB Lavras, 2014).

Em Coqueiral os geradores de RSS são: Hospital Municipal, Unidades Básicas de Saúde (UBS), Posto de Saúde da Família (PSF) e clínicas odontológicas. A empresa contratada para realizar a coleta, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final adequada dos RSS é a Pró - Ambiental.

No ato da coleta, a empresa especializada e licenciada registra em formulário informações como a data e hora da coleta, o estabelecimento, peso do material coletado, nome e assinatura do representante que acompanhou a coleta. Os RSS são acondicionados em bombonas, previamente identificadas, visando evitar contaminações e acidentes ao manuseá-los, depois estas são colocadas em caminhões pelos funcionários devidamente equipados e levados até a planta da Pró Ambiental. Lá os RSS passam por incineração e depois vão para o Aterro Classe I (resíduos perigosos).

A empresa contratada realiza o gerenciamento dos RSS com base no que prevê a Resolução de Diretoria Colegiada nº306/04 e na Resolução CONAMA nº358/05, que definem regras equânimes para o tratamento de resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde. De acordo com a classificação do resíduo, o tratamento é realizado em equipamento licenciado, tornando-os elegíveis a serem dispostos em Aterro Classe I, conforme legislação ambiental vigente.

4.1.12 Grandes geradores de resíduos

Grandes Geradores são proprietários, possuidores ou titulares de estabelecimento públicos, institucionais, de prestação de serviços, comerciais, industriais, entre outros, cujo volume de resíduos sólidos gerado é superior a 200 litros/dia, segundo a Lei 5080/2018, do município de Montes Claros, MG.

No entanto, o município de Coqueiral não possui normativa respectiva a Grandes Geradores. Sendo assim, a coleta é realizada juntamente com os RSD pela prefeitura. Do mesmo modo, não há exigência e nem fiscalização a respeito de Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) de grandes geradores e geradores de resíduos perigosos.

Alguns municípios já possuem legislação pertinente, sendo eles: Belo Horizonte, São Paulo, Uberaba, Bauru, Guaratinguetá, Barretos, entre outros. Cada um deles estipula o volume gerado para ser considerado Grande Gerador, na maioria 200 litros por dia, e atribui as responsabilidades e obrigações referentes a destinação final adequada de acordo com o tipo de resíduo gerado.

4.2 Prognóstico

A Taxa de Crescimento populacional obtida foi de 0,996, o que indica um decréscimo do número de habitantes, e conseqüentemente, uma redução na geração per capita de resíduos, a qual foi de 0,550 kg/hab.dia (SNIS, 2018) e 0,510 kg/hab.dia em 2039 conforme os cálculos realizados.

Observa-se na Tabela 5 que a geração de resíduos sólidos reduz concomitantemente ao número de habitantes do município. Apesar desta diminuição, no ano de 2039, por exemplo, cerca de 1.037.102,2 quilos de resíduos podem ser direcionados para coleta seletiva ou compostagem gerando renda e reduzindo gastos com aterro sanitário.

Tabela 5 – Projeção populacional da geração per capita de resíduos sólidos de Coqueiral-MG.

ANO	Pop. Total (hab)	Geração per Capita (kg/hab.dia)	Massa Anual Total (kg/ano)	Massa Anual de Recicláveis (kg/ano)	Massa Anual de Rejeitos (kg/ano)	Massa Anual de Orgânicos (kg/ano)
2018	9038	0,550	1.760.031,38	369.606,59	558.809,96	831.790,83
2019	9008	0,548	1.747.749,61	367.027,42	554.910,50	825.986,47
2020	8977	0,546	1.735.553,54	364.466,24	551.038,25	820.222,60
2021	8946	0,544	1.723.442,58	361.922,94	547.193,02	814.498,96
2022	8916	0,542	1.711.416,13	359.397,39	543.374,62	808.815,26
2023	8885	0,540	1.699.473,60	356.889,46	539.582,87	803.171,23
2024	8855	0,538	1.687.614,41	354.399,03	535.817,58	797.566,57
2025	8825	0,536	1.675.837,98	351.925,98	532.078,56	792.001,03
2026	8795	0,534	1.664.143,72	349.470,18	528.365,63	786.474,32
2027	8765	0,533	1.652.531,07	347.031,52	524.678,61	780.986,18
2028	8735	0,531	1.640.999,45	344.609,88	521.017,33	775.536,34
2029	8705	0,529	1.629.548,30	342.205,14	517.381,59	770.124,53
2030	8675	0,527	1.618.177,06	339.817,18	513.771,22	764.750,48
2031	8646	0,525	1.606.885,17	337.445,89	510.186,04	759.413,93
2032	8616	0,523	1.595.672,08	335.091,14	506.625,88	754.114,62
2033	8587	0,521	1.584.537,23	332.752,82	503.090,57	748.852,29
2034	8557	0,519	1.573.480,08	330.430,82	499.579,93	743.626,69
2035	8528	0,517	1.562.500,09	328.125,02	496.093,78	738.437,54
2036	8499	0,516	1.551.596,72	325.835,31	492.631,96	733.284,61
2037	8470	0,514	1.540.769,44	323.561,58	489.194,30	728.167,64
2038	8441	0,512	1.530.017,71	321.303,72	485.780,62	723.086,37
2039	8412	0,510	1.519.341,01	319.061,61	482.390,77	718.040,56
2040	8384	0,508	1.508.738,82	316.835,15	479.024,57	713.029,96
2041	8355	0,506	1.498.210,60	314.624,23	475.681,87	708.054,33

Fonte: Da autora (2021).

A Tabela 6 mostra os valores anuais totais sobre os recicláveis que poderia ser arrecadado para metas progressivas de reciclagem dos materiais (papel, papelão, embalagem longa vida, plástico filme e plástico rígido).

Ressalta-se que não são apresentados os valores referentes ao vidro, embalagem longa vida e metal na Tabela 6, devido à falta de dados relativos aos valores de venda destes materiais, pois a CEMPRE apresenta dados específicos para latas de alumínio, ao invés de metal no geral.

Tabela 6 – Valores anuais da venda de recicláveis.

ANO	Metas de destinação na coleta seletiva (%)	Valor Anual Papel (R\$)	Valor Anual Papelaço (R\$)	Valor Anual Plástico mole (R\$)	Valor Anual Plástico duro (R\$)	Total (R\$)	Total para cada catador (3) (R\$)	Total para cada catador por mês (R\$)
2018	5,00	1.634,19	368,37	5.019,61	1.277,78	8.299,96	2.766,65	230,55
2019	5,00	1.622,79	365,80	4.984,58	1.268,87	8.242,04	2.747,35	228,95
2020	5,00	1.611,46	363,25	4.949,80	1.260,01	8.184,52	2.728,17	227,35
2021	5,00	1.600,22	360,72	4.915,26	1.251,22	8.127,41	2.709,14	225,76
2022	10,00	3.178,10	716,40	9.761,92	2.484,98	16.141,39	5.380,46	448,37
2023	10,00	3.155,92	711,40	9.693,80	2.467,64	16.028,76	5.342,92	445,24
2024	10,00	3.133,90	706,44	9.626,15	2.450,42	15.916,90	5.305,63	442,14
2025	10,00	3.112,03	701,51	9.558,98	2.433,32	15.805,83	5.268,61	439,05
2026	12,00	3.708,38	835,93	11.390,73	2.899,60	18.834,65	6.278,22	523,18
2027	12,00	3.682,50	830,10	11.311,24	2.879,37	18.703,21	6.234,40	519,53
2028	12,00	3.656,80	824,31	11.232,31	2.859,28	18.572,70	6.190,90	515,91
2029	12,00	3.631,29	818,55	11.153,93	2.839,32	18.443,10	6.147,70	512,31
2030	15,00	4.507,43	1.016,05	13.845,12	3.524,39	22.893,00	7.631,00	635,92
2031	15,00	4.475,98	6.726,42	13.748,51	3.499,80	28.450,71	9.483,57	790,30
2032	15,00	4.444,74	6.679,48	13.652,57	3.475,37	28.252,17	9.417,39	784,78
2033	15,00	4.413,73	6.632,87	13.557,30	3.451,12	28.055,02	9.351,67	779,31
2034	15,00	4.382,93	6.586,59	13.462,70	3.427,04	27.859,25	9.286,42	773,87
2035	18,00	5.222,81	1.177,31	16.042,50	4.083,75	26.526,38	8.842,13	736,84
2036	18,00	5.186,37	1.169,10	15.930,55	4.055,25	26.341,27	8.780,42	731,70
2037	18,00	5.150,18	1.160,94	15.819,39	4.026,96	26.157,46	8.719,15	726,60
2038	18,00	5.114,24	1.152,84	15.709,00	3.998,85	25.974,93	8.658,31	721,53
2039	20,00	5.642,83	1.271,99	17.332,64	4.412,17	28.659,63	9.553,21	796,10
2040	20,00	5.603,46	1.263,12	17.211,69	4.381,38	28.459,64	9.486,55	790,55
2041	20,00	5.564,35	1.254,30	17.091,59	4.350,80	28.261,05	9.420,35	785,03

Fonte: Da autora (2021).

Nota: preço do papel: R\$0,30/kg; preço do papelaço: R\$0,26/kg; preço do plástico filme: R\$0,80/kg; preço do plástico rígido: R\$0,60/kg (CEMPRE, 2016).

Sendo assim, verifica-se que para o ano de 2039, por exemplo, foi estimado um valor arrecadado R\$ 28.659,63 com a venda dos recicláveis, isso desconsiderando os metais, vidros e embalagens longa vida, o que proporciona um faturamento mensal de aproximadamente R\$ 796,10 para cada trabalhador, o que resultaria num valor superior ao arrecadado atualmente de R\$ 322, 22 (R\$2900,00 por trimestre).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

É notória a preocupação do gestor público municipal com o processamento dos resíduos sólidos de Coqueiral da melhor forma. No entanto, existem pontos de melhorias na gestão de resíduos sólidos, de acordo com os instrumentos da PNRS.

Primeiramente, foi evidenciada a necessidade de criação de um departamento específico que trate da gestão dos resíduos sólidos gerados no município, buscando a efetivação das metas estabelecidas no plano. Além disso, deve haver a elaboração de leis relacionadas a grandes geradores, logística reversa e responsabilidade compartilhada, reforçando a PNRS.

Ademais, devem existir medidas que incentivem a gestão racionalizada, como o reuso, a recuperação e a redução do consumo. Essas atitudes possibilitam a minimização dos impactos ambientais, decorrentes do processo de fabricação e conseqüentemente, da geração de resíduos. Sendo assim, medidas como a proibição do uso de utensílios plásticos (canudos, copos e talheres) em estabelecimentos comerciais, podem ajudar na redução do volume de resíduo gerado.

A recuperação do local onde funcionava o aterro controlado é de extrema importância, visto que ainda há o despejo de resíduos sólidos de maneira irregular e a presença de animais, propiciando a proliferação de vetores e doenças. Sendo assim, é necessário realizar a drenagem dos gases e a recuperação do solo, através da execução de Programa de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD), considerando os resíduos já presentes no local, analisando a pluma de contaminação e tipo de solo.

Atividades de educação ambiental são formas eficientes para ensinar a população e os líderes do município sobre como deve ser feito o descarte correto dos resíduos, o repasse de informação sobre os dias em que ocorre a coleta seletiva e a importância da mesma, sobre uso consciente, logística reversa, entre outros itens relacionados. O conteúdo pode ser repassado em reuniões, palestras, oficinas, etc. Promovendo uma maior interação e união, mostrando o papel de cada um em busca do objetivo comum: a melhoria da qualidade de vida dos munícipes.

Outro ponto a ser melhorado, é a postura de fiscalização e autuação pertinente a respeito do despejo irregular em logradouros, terrenos baldios e qualquer local urbano que não seja adequado, visto que este ato é considerado crime ambiental. Além disso, podem ser instalados Pontos de Entrega Voluntária (PEV's) ou ecopontos, em que o morador pode descartar uma quantidade pré-estabelecida de resíduos de forma gratuita.

A respeito do Resíduos Sólidos Orgânicos, o qual corresponde a uma porcentagem bastante considerável, de 47,26% do total coletado, pode ter seu processamento realizado de forma mais eficaz. Sendo assim, os resíduos orgânicos podem ser separados antes da coleta pela população atendida e levado para compostagem pela Prefeitura. Os resíduos compostados produzem um material rico em nutrientes que pode ser utilizado como fertilizante do solo por produtores rurais.

6. CONCLUSÃO

A geração per capita de resíduos sólidos em Coqueiral no ano de 2019 foi de 0,548 kg/hab.dia. A maior parte dos resíduos sólidos coletados corresponde à matéria orgânica, 47,26% sendo estes passíveis de reaproveitamento através da compostagem. Os recicláveis somam 20,98% e representam a porção dos RSU que pode ser reciclada, já os rejeitos totalizam 31,75% do total.

Em 2039, a geração per capita de resíduos será de 0,510 kg/hab.dia, totalizando 4.220,81 kg/dia e aproximadamente 1.519.491,6 kg por ano de resíduos sólidos. Se houverem avanços na coleta seletiva, destinando os resíduos orgânicos e recicláveis de forma adequada, esse número pode ser reduzido a cerca de 482.390,8 kg, sendo estes encaminhados à disposição final e 1.037.102,2 kg encaminhados para compostagem ou triagem.

Com relação ao volume apenas 2.117 m³ devem ser aterrados, promovendo redução de custos com a disposição final, aumentando a vida útil do aterro sanitário e gerando renda para catadores, diminuindo gastos públicos, reduzindo a poluição ambiental, entre outros benefícios.

Fato evidente é o descarte de Resíduos de Construção Civil e Resíduos Sólidos Domiciliares em áreas irregulares, favorecendo a proliferação de vetores, a poluição visual e de ambientes aquáticos, visto que, com as chuvas, os resíduos são carreados até os corpos d'águas.

Conclui-se que, há espaço para melhorias na gestão de resíduos sólidos do município de Coqueiral, sendo possibilitadas com um melhor planejamento, visando a realização das metas propostas no plano, efetiva fiscalização e conscientização ambiental para todos os membros da sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALKMIN, V. D.; RIBEIRO JÚNIOR, L. U. Determinação da composição gravimétrica dos resíduos sólidos Urbanos (RSU) do lixão do município de Maria da Fé, Estado de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v. 18, n. 61, 2017. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/33905/20032>.

Acesso em: 11 mai. 2021

ANTUNES, P. B. **Direito ambiental**. São Paulo: Atlas, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil: 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama-2020/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10007: Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BANCO DE DADOS INTERNACIONAL. **U.S.Bureau of the Census, International Data Base**. 2021. Disponível em: <https://www.census.gov/programs-surveys/international-programs/about/idb.html>. Acesso em: 10 mai. 2021.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. **Decreto Nº 7.404, de 23 de Dezembro de 2010**. Brasília, DF, 23 dez. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7404.htm. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 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. **Lei Nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010**. Brasília, DF, 02 ago. 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 15 fev. 2021.

BRASIL. **Lei nº 7.124, de 10 de outubro de 2018**. Dispõe sobre a responsabilidade dos grandes geradores de resíduos sólidos e dá outras providências. Bauru, SP, 10 out. 2018. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/sist_juridico/documentos/leis/lei7124.pdf. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. **Lei nº 17.471, de 30 de setembro de 2020**. Estabelece a obrigatoriedade da implantação de logística reversa no Município de São Paulo para recolhimento dos produtos que especifica e dá outras providências. São Paulo, SP, 30 set. 2020. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/lei-17471-2020-sao-paulo_402185.html. Acesso em: 10 jun. 2021.

BRASIL. **Plano Nacional de Resíduos Sólidos**. Brasília: MMA/SQ, 2020.

BRUNA, G. C. Meio ambiente urbano e proteção ambiental. In: PHILIPPI JÚNIOR, A. *et al.* **Meio ambiente, direito e cidadania**. São Paulo: USP/Signus Editora, 2002. p. 25-33.

BRUSCHI, D. M. *et al.* **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**: município e meio ambiente. 3. ed. Belo Horizonte: FEAM, 2002.

CARVALHO, J. L. V. de; JESUS, S. C. de; PORTELLA, R. B. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares comerciais do centro da cidade de barreiras - Bahia. **Chão Urbano**, Rio de Janeiro, 2013. Bimestral.

CEMPRE. **Pesquisa Ciclosoft 2018**: radiografando a coleta seletiva. São Paulo: Cempre, 2018. Disponível em: <https://cempre.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Pesquisa-Ciclosoft-2018.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2021.

CEMPRE. **Preço do Material Reciclável**: CEMPRE Informa Número 136 – julho/agosto, 2016. São Paulo, 2016.

Presidência da República. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n. 358, de 29 de abril de 2005. Diário Oficial da União. Brasília, 04 mai 2005.

ESTADO DE MINAS GERAIS. (org.). **Cartilha de orientações**: estudo gravimétrico de resíduos sólidos urbanos. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2019.

FERREIRA, I. J. S. *et al.* Caracterização física dos resíduos sólidos domésticos e dimensionamento de área para aterro sanitário no município de Sobradinho-BA. **Tecno-Lógica**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 49-58, 3 jan. 2019. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v23i1.12184>. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/12184/7902>. Acesso em: 30 mar. 2021.

FUNDECC. **Plano Municipal de Saneamento Básico**: Lavras - MG. Lavras: FUNDECC, 2016. Disponível em: https://consane.mg.gov.br/wp-content/uploads/pmsb/pmsb_lavras_vol1.pdf. Acesso em: 12 mai. 2021.

GALDINO, S. de J.; MARTINS, C. H. Composição Gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos da Coleta Convencional de um Município de Pequeno Porte. **Tecno-Lógica**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 01-08, 19 dez. 2015. APESC - Associação Pro-Ensino em Santa Cruz do Sul. <http://dx.doi.org/10.17058/tecnolog.v20i1.6060>. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/6060/4510>. Acesso em: 21 mar. 2021.

GODECKE, M. V.; WALERKO, V. S. Gestão de resíduos sólidos urbanos: estudo do caso da reciclagem em pelotas, rs. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S.L.], v. 4, n. 1, p. 104, 1 jun. 2015. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v4e12015104-128>. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/1934. Acesso em: 01 mar. 2021.

GURJÃO, R. Í. L.; ARAÚJO NETO, C. L. de; PAIVA, W. de. **Avaliação do tempo de vida útil do aterro sanitário em Campina Grande – PB**. Tecnologia, sustentabilidade e os desafios do século XXI. Campina Grande: Realize Editora, 2020. p. 219-233. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/64923>. Acesso em: 11 mai. 2021.

IBGE EDUCA. **Conheça o Brasil**: população rural e urbana. 2020. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 10 mai. 2021.

IDHM MUNICÍPIOS. **Ranking IDHM Municípios 2010**. 2010. Disponível em: <https://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/idh0/rankings/idhm-municipios-2010.html>. Acesso em: 11 mai. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Panorama de Coqueiral - MG**. Coqueiral: IBGE, 2018. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/coqueiral/panorama>. Acesso em: 12 jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento básico**, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br> acesso em 15 de julho de 2021. Acesso em: 22 abr. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produto Interno Bruto – PIB**. 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/pib.php>. Acesso em: 11 mai. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sinopse do censo demográfico: 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv49230.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Apenas 13% dos resíduos sólidos urbanos no país vão para reciclagem**. 2017. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=29296. Acesso em: 10 mai. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos urbanos**. Relatório de Pesquisa. Brasília, 2013. 82 p.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, v. 25, n. 71, p. 135–158, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v25n71/10.pdf>. Acesso em: 30 mar. 2021.

LOGAREZZI, A. Contribuições conceituais para o gerenciamento de resíduos sólidos e ações de educação ambiental. In: LEAL, A. C. (org.). **Resíduos sólidos no Pontal do Paranapanema**. Presidente Prudente: Antônio Thomaz Junior, 2004, p. 221- 246.

MACHADO, P. L. **Direito ambiental brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2016.

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2015.

NEVES, F. de O.; MENDONÇA, F. Por uma leitura geográfico-cultural dos resíduos sólidos: reflexões para o debate na Geografia. **Revista Colombiana de Geografia**, Bogotá, v. 25, n. 1, 2016. Disponível em: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2818/281843790011/html/index.html>. Acesso em: 05 mar. 2020.

PEREIRA, S. S.; CURI, R. C. Modelos de gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos: a importância dos catadores de materiais recicláveis no processo de gestão ambiental. In: LIRA, W. S.; CÂNDIDO, G. A. (org.). **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa** [online]. Campina Grande: EDUEPB, 2013. p. 149-172.

PRESERVA JR. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB**: Coqueiral - MG. Coqueiral: Preserva Jr., 2019. Disponível em: <https://www.coqueiral.mg.gov.br/public/editor/files/Lei%202.485.2019%20-%20institui%20o%20Plano%20Municipal%20de%20Saneamento%20B%20C3%A1sico%20-%20E2%80%9320PMSB%20-%20Anexo%20I.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2021.

ROCHA, C. A. F. da. A TEMÁTICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA. **Revista Ensino de Geografia (Recife)**, Recife, v. 1, n. 1, p. 35-55, 2018. Disponível em: <file:///C:/Users/erika.tokuda/Desktop/particular/240412-137889-4-PB.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2021.

RODRIGUES, C. R. P.; MENTI, M. de M. Resíduos Sólidos: gerenciamento e políticas públicas federais. **Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Direito – PPGDir./UFRGS**, Porto Alegre, v. 11, n. 3, p. 59-79, 19 fev. 2017. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. <http://dx.doi.org/10.22456/2317-8558.66487>.

SEMAD. **Panorama Síntese**: resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. Ano base 2019. Belo Horizonte: SEMAD, 2020.

SANTIN, J. R.; PEDRINI, M.; COMIRAN, R. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos e os Municípios Brasileiros: desafios e possibilidades. **Revista de Direito da Cidade**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 556-581, 26 abr. 2017. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/rdc.2017.26985>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/rdc/article/view/26985/20435>. Acesso em: 30 março 2021.

SANTOS, L. H. M. et al. OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BRASIL E A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS - LEI Nº 12.305/2010. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Mato Grosso do Sul, v. 16, n.2, p. 10-17, 2018.

SILVA, C. S. de S. da *et al.* Análise histórica da geração, coleta e destinação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Tecnologia e Sociedade**, [S.L.], v. 16, n. 41, p. 125-138, 1 maio 2020. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). <http://dx.doi.org/10.3895/rts.v16n41.11815>. Acesso em: 30 março 2021.

SILVA, M. M. N. da *et al.* Análise da gestão de resíduos sólidos na região Nordeste do Brasil. **Research, Society and Development**, v. 9, n.1, 2020.

SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS - MINAS GERAIS. Disponível em: <http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 12 jan. 2021.

SNIS. Painel de Informações sobre Saneamento: Manejo dos resíduos sólidos 2019. Brasília: MDR/SNIS, 2020.

SOARES, A. F.S. *et al.* Evolução da prestação de serviço de coleta de resíduos sólidos domésticos em Minas Gerais. In: **CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE**, 2. 2019, Foz do Iguaçu. Foz do Iguaçu: IBEAS, 2019. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/X-010.pdf>. Acesso em: 12 maio 2021.

SOUSA, R. Urbanização. **Brasil Escola.** Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/brasil/urbanizacao.htm>. Acesso em: 20 fev. 2021.

VIEIRA, S.J. *et al.* **A escolha de áreas utilizando geoprocessamento para o sistema de tratamento e disposição final de resíduos sólidos.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO DASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO. Florianópolis: UFSC, 2000.